ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 JUIN 1926.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES LALLEMAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **José-R. Carracido**, président de l'Académie des Sciences de Madrid, à M. **Obdulio Fernández Rodríguez**, professeur à l'Université de Madrid, à M. **Tanakadate**, membre de l'Académie des Sciences du Japon et à M. **Lander William Jones**, professeur à l'Université de Princeton, qui assistent à la séance.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un problème de la théorie des surfaces.* Note de M. E. **Goursat**.

1. Dans ses recherches sur les surfaces isothermiques [1], G. Darboux a donné une solution particulière du problème général suivant, qui ne semble pas avoir été étudié depuis lors.

Soit S une surface admettant l'élément linéaire

$$ds^2 = \mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2; \tag{1}$$

à chaque point $\mathrm{M}(u, v)$ de cette surface, on fait correspondre un point P du plan tangent en M, dont les coordonnées sont :

$$\mathrm{X} = x + \lambda\frac{\partial x}{\partial u} + \mu\frac{\partial x}{\partial v}, \qquad \mathrm{Y} = y + \lambda\frac{\partial y}{\partial u} + \mu\frac{\partial y}{\partial v}, \qquad \mathrm{Z} = z + \lambda\frac{\partial z}{\partial u} + \mu\frac{\partial z}{\partial v}, \tag{2}$$

λ, μ étant des fonctions de u, v. Lorsque le point M décrit la surface S, le point P décrit une surface Σ pour laquelle le carré de l'élément linéaire est

---

[1] *Comptes rendus*, 78, 1899, p. 1264, 1299, 1483.

donné par la formule élégante due à G. Darboux

$$(3)\qquad dS^2 = \Omega + \frac{D\lambda^2 + 2D'\lambda\mu + D''\mu^2}{H}(D\,du^2 + 2D'\,du\,dv + D''\,dv^2),$$

Ω étant une forme quadratique en du, dv, dont les coefficients ne dépendent que de E, F, G, λ, μ, et les lettres D, D', D'', H ayant leur signification habituelle de la théorie des surfaces. Si l'on remplace λ, μ par deux autres fonctions λ_1, μ_1 des variables u, v, le point P_1 obtenu décrit de même une surface Σ_1 pour laquelle on a

$$(4)\qquad dS_1^2 = \Omega_1 + \frac{D\lambda_1^2 + 2D'\lambda_1\mu_1 + D''\mu_1^2}{H}(D\,du^2 + 2D'\,du\,dv + D''\,dv^2).$$

Cela posé, cherchons s'il est possible de choisir les quatre fonctions λ, μ, λ_1, μ_1, de façon que le rapport $\frac{dS_1}{dS}$ *soit indépendant du rapport* $\frac{dv}{du}$, *quels que soient* D, D', D''. S'il en est ainsi, les deux surfaces Σ, Σ_1 se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits, et cette propriété se conserve quand on remplace la surface S par une autre surface S' admettant le même élément linéaire; de sorte que si l'on fait rouler la surface S sur une autre surface applicable sur S, les points P, P_1, associés au point de contact des deux surfaces, décrivent toujours deux surfaces Σ, Σ_1, qui se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits.

Il en est évidemment ainsi si (λ, μ), (λ_1, μ_1) annulent respectivement les coefficients des deux formes Ω, Ω_1. Par d'élégantes considérations géométriques, G. Darboux obtient sans aucun calcul un cas étendu où il en est ainsi, et, si l'on traite la question par le calcul, on ne trouve pas d'autre solution que celle de Darboux.

2. Mais les deux surfaces Σ, Σ_1 peuvent se correspondre autrement avec similitude des éléments infiniment petits. On démontre d'abord aisément que les trois points P, P_1, M doivent être en ligne droite. En laissant de côté le cas où la droite PP_1 serait une tangente isotrope de S_1 on peut donc choisir les courbes coordonnées (u), (v), de façon que l'on ait

$$F = \mu = \mu_1 = 0.$$

Des formules (3) et (4) on déduit alors immédiatement

$$(5)\qquad \frac{dS^2}{\lambda^2} - \frac{dS_1^2}{\lambda_1^2} = \frac{\Omega}{\lambda^2} - \frac{\Omega_1}{\lambda_1^2},$$

et l'on aura une solution du problème si les trois coefficients de la forme

$$\frac{\Omega}{\lambda^2} - \frac{\Omega_1}{\lambda_1^2}$$

sont nuls. On peut donc prévoir *a priori* que le problème admet une infinité de solutions puisque ces trois relations renferment quatre fonctions indéterminées E, G, λ, μ. En faisant le calcul, on obtient les conditions suivantes :

$$\frac{1}{\lambda} + \frac{\partial \log \lambda}{\partial u} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log E}{\partial u} = \pm\left[\frac{1}{\lambda_1} + \frac{\partial \log \lambda_1}{\partial u} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log E}{\partial u}\right], \tag{6}$$

$$E\frac{\partial}{\partial v}\log\left(\frac{\lambda}{\lambda_1}\right)\frac{\partial}{\partial v}\log(E\lambda\lambda_1) + G\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_1}\right)\left(\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda_1} + \frac{\partial \log G}{\partial u}\right) = 0, \tag{7}$$

$$\begin{aligned}&\left(\frac{1}{\lambda} + \frac{\partial \log \lambda}{\partial u} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log E}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial \log \lambda}{\partial v} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log E}{\partial v}\right) - \frac{1}{2\lambda}\frac{\partial \log E}{\partial v} \\ &= \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{\partial \log \lambda_1}{\partial u} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log E}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial \log \lambda_1}{\partial v} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log E}{\partial v}\right) - \frac{1}{2\lambda_1}\frac{\partial \log E}{\partial v};\end{aligned} \tag{8}$$

la première condition se dédoublant en deux conditions distinctes, il existe deux familles de solutions analytiquement distinctes.

3. Il paraît naturel d'introduire dans ces conditions les distances

$$l = \mathrm{MP} = \sqrt{E}\,\lambda, \qquad l_1 = \mathrm{MP}_1 = \sqrt{E}\,\lambda_1.$$

Si l'on représente ces distances par $l = e^{\alpha+\beta}$, $l_1 = e^{\alpha-\beta}$, en prenant d'abord le signe + devant le second membre de la formule (6), les relations (6), (7), (8) conduisent aux formules suivantes

$$E = \left[\frac{e^{\alpha}\dfrac{\partial\beta}{\partial u}}{\mathrm{sh}\,\beta}\right]^2, \qquad G = \frac{V}{\mathrm{sh}^2\beta} - \left[\frac{e^{\alpha}\dfrac{\partial\beta}{\partial v}}{\mathrm{sh}\,\beta}\right]^2,$$

$$\lambda = \frac{e^{\beta}\,\mathrm{sh}\,\beta}{\dfrac{\partial\beta}{\partial u}}, \qquad \lambda_1 = \frac{e^{-\beta}\,\mathrm{sh}\,\beta}{\dfrac{\partial\beta}{\partial u}},$$

V étant une fonction arbitraire de v, α et β deux fonctions de u, v, qui satisfont à la relation

$$\frac{\partial^2\beta}{\partial u\,\partial v} + \frac{\partial\beta}{\partial v}\frac{\partial\alpha}{\partial u} + \frac{\partial\beta}{\partial u}\frac{\partial\alpha}{\partial v} = 0. \tag{9}$$

Tout système de deux fonctions α et β satisfaisant à cette condition fournira donc une infinité de solutions du problème dépendant d'une fonction arbitraire V de v. Cette relation (9) peut encore s'écrire sous la forme élé-

gante

$$l_1 \frac{\partial^2 l}{\partial u\, \partial v} - l \frac{\partial^2 l_1}{\partial u\, \partial v} = 0,$$

de sorte que l *et* l_1 *doivent être deux intégrales particulières d'une équation de Laplace à invariants égaux*

$$(10) \qquad \frac{\partial^2 l}{\partial u\, \partial v} = \mathrm{K}(u, v)\, l,$$

la fonction $\mathrm{K}(u, v)$ pouvant être choisie arbitrairement.

4. Si l'on prend le signe — devant le second membre de la formule (6), on obtient des expressions un peu différentes pour λ, λ_1, E, G,

$$\mathrm{E} = \left[\frac{e^\alpha}{\operatorname{ch}\beta} \frac{\partial \alpha}{\partial u}\right]^2, \qquad \mathrm{G} = \mathrm{V} e^{2\alpha} - \left[\frac{e^\alpha \frac{\partial \alpha}{\partial u}}{\operatorname{sh}\beta}\right]^2,$$

$$\lambda = -\frac{\operatorname{ch}\beta}{\frac{\partial \alpha}{\partial u}} e^\beta, \qquad \lambda_1 = -\frac{\operatorname{ch}\beta\, e^{-\beta}}{\frac{\partial \alpha}{\partial u}},$$

et la relation (9) doit être remplacée par la suivante

$$(11) \qquad \frac{\partial^2 \alpha}{\partial u\, \partial v} = \operatorname{tangh}\beta \frac{\partial \beta}{\partial v} \frac{\partial \alpha}{\partial u} + \coth\beta \frac{\partial \beta}{\partial u} \frac{\partial \alpha}{\partial v}.$$

5. La formule (5) permet aussi de traiter la question inverse. Soient Σ, Σ_1 deux surfaces quelconques que l'on fait correspondre point par point, de façon que les angles se conservent. Les droites qui joignent les points correspondants P, P_1 de ces deux surfaces forment une congruence. Pour que le couple formé par Σ, Σ_1 soit un des couples qui viennent d'être définis, il faut et il suffit que le rapport de similitude des éléments infiniment petits aux points P, P_1 soit égal au rapport des distances des points P, P_1 à l'un des points focaux M de la congruence situés sur la droite PP_1. S'il en est ainsi, on peut déduire du couple (Σ, Σ_1) une infinité de couples de surfaces possédant la même propriété en faisant rouler la surface S, lieu du point focal M, sur une surface applicable sur S.

On peut assujettir les surfaces Σ, Σ_1 à bien d'autres conditions. Toutes ces questions feront l'objet d'un travail plus étendu.

GÉODÉSIE. — *Centre de gravité et moments d'inertie des Océans. Action moyenne de la Terre sur l'Océan.* Note de M. **Marcel Brillouin.**

1. Tout le monde sait qu'on peut trouver sur la Terre deux hémisphères, l'un principalement continental, l'autre presque exclusivement marin, dont le pôle est en plein Pacifique. Cette répartition très oblique et excentrique de la partie liquide, mobile, de notre globe, a nécessairement une importante influence sur tous les petits mouvements de l'écorce terrestre, marées de l'écorce, variations des latitudes. Pour analyser ce rôle, il m'a paru utile de chiffrer les principales propriétés mécaniques correspondantes : masse, position du centre de gravité, moments et produits d'inertie. Cela fait 10 grandeurs à évaluer pour les océans. J'y ai ajouté une évaluation sommaire des 10 mêmes grandeurs pour les continents.

2. Je me suis vite convaincu qu'il n'est pas raisonnable, dans l'état actuel de nos connaissances, de chercher une précision beaucoup supérieure au centième pour les océans, et au dixième pour les continents. Cela permet, par l'emploi systématique, pour chaque grandeur, de la division de la surface du globe en compartiments équivalents, de limiter la durée du travail. Après examen j'ai fait les mesures d'après les cartes 2, 5, 7 de l'Atlas *The Times* (Bartholomew), édition de 1920. Une fois en possession des cartes bathyorométriques, le travail comprend le calcul des compartiments, le tracé des compartiments sur 5 cartes pour chaque grandeur (3 feuilles de planisphère Mercator et 2 feuilles polaires), l'attribution d'une profondeur moyenne — à vue — à chaque compartiment, puis le calcul du résultat. Les compartiments étant équivalents — au signe près — l'opération se réduit à l'addition de toutes les profondeurs moyennes de même signe — soustraction des deux totaux — et multiplication par la valeur d'un compartiment. J'ai généralement divisé en 40 fuseaux et 20 zones, ce qui fait 800 compartiments à coter pour chaque grandeur.

Une complication résulte de ce que certains compartiments extrêmes ont souvent une étendue excessive, 30° et jusqu'à 44°. Dans ce cas ces compartiments doivent être eux-mêmes subdivisés en cinquièmes ou en dixièmes pour permettre la cote à vue.

Pour les océans, la cote à vue a autant de sûreté que le tracé actuel des isobathes. S'il ne subsistait pas tant de régions vides de sondages, et surtout les régions polaires, je crois qu'on approcherait facilement de $\frac{1}{500}$ à $\frac{1}{1000}$ comme précision.

Pour les continents, la grosse incertitude a une autre origine : on ne connaît certainement pas à $\frac{1}{20}$ près les densités des divers massifs montagneux élevés.

3. A ce degré de précision, il est inutile de tenir compte de l'aplatissement, et l'on peut évaluer toutes les grandeurs comme si la masse était étalée sur la sphère en couche mince, avec une densité superficielle proportionnelle à la profondeur. Appelant L la longitude et Λ la latitude, on trouve facilement que, pour faire la division en compartiments équivalents, il faut faire croître, par échelons égaux de o à leur valeur maximum (par dixièmes par exemple) les expressions trigonométriques données dans le tableau qui suit.

Grandeur.	Fuseaux.	Zones.
M	L	$\sin\Lambda$
$M\xi$	$\sin L$	$\frac{1}{4}(2\Lambda + \sin 2\Lambda)$
$M\eta$	$\cos L$	»
$M\zeta$	L	$\frac{1}{2}\cos^2\Lambda$
$M\xi^2$	$\frac{1}{4}(2L + \sin 2L)$	$\sin\Lambda + \frac{1}{9}\sin 3\Lambda$
$M\eta^2$	$\frac{1}{4}(2L - \sin 2L)$	»
$M\zeta^2$	L	$\frac{1}{3}\sin^3\Lambda$
$M\eta\zeta$	$\cos L$	$\frac{1}{3}\cos^3\Lambda$
$M\zeta\xi$	$\sin L$	$\frac{1}{3}\cos^3\Lambda$
$M\xi\eta$	$\frac{1}{4}\cos 2L$	$\sin\Lambda + \frac{1}{9}\sin 3\Lambda$

Les tables numériques correspondantes seront données ailleurs.

4. Voici les résultats, en prenant le kilomètre comme unité de longueur. Les coordonnées ξ, η sont prises dans l'équateur, ξ dans le méridien de Greenwich (0°), η à 90° W (à peu près le méridien des bouches du Mississipi) ; ζ est pris suivant l'axe de rotation vers le Nord.

Océans.

M	$1,31_5 . 10^9\ K^3$		
$\overline{M\xi}$	$-1,04_5 . 10^{12} K^4$	$\bar{\xi}$	-795 km
$\overline{M\eta}$	$+0,59_4$ »	$\bar{\eta}$	$+452$ »
$\overline{M\zeta}$	$-1,25_3$ »	$\bar{\zeta}$	-953 »
$\overline{M\xi^2}$	$20,9 . 10^{15} K^5$	$M(\overline{\eta^2+\zeta^2})$	$32,0_5 . 10^{15} K^3$
$\overline{M\eta^2}$	$17,3_5$ »	$M(\overline{\zeta^2+\xi^2})$	$35,6$ »
$\overline{M\zeta^2}$	$14,7$ »	$M(\overline{\xi^2+\eta^2})$	$38,2_5$ »
$\overline{M\eta\zeta}$	$0,732$ »		
$\overline{M\zeta\xi}$	$-0,978$ »		
$\overline{M\xi\eta}$	$-0,188$ »		

N. B. — Pour le globe complet

$$A - C = 3,2 . 10^{-3} C$$

et C est probablement compris entre $0,5$ et $1 \times 10^{20} K^5$

Le centre de gravité des océans est à 1320^{km} du centre du globe terrestre suivant un rayon $L = 150°$ W, $\Lambda = 46°$ S presque aux antipodes d'Odessa.

Les produits d'inertie sont loin d'être négligeables. L'axe de rotation de la Terre n'est pas du tout un des axes principaux de la masse océanique. En conséquence les petites déformations de cette masse par les marées exerceront un couple, — très petit mais variable —, sur la partie solide du globe.

Si l'ensemble du globe a un ellipsoïde d'inertie de révolution autour de l'axe de rotation, la partie solide considérée seule doit avoir des produits d'inertie égaux et de signe contraire à ceux des océans. L'axe de rotation de la Terre *n'est pas exactement* un axe principal d'inertie de la partie solide. On devine toute l'importance de ces faits pour la théorie minutieuse de la rotation de la Terre.

Les grandeurs correspondantes pour les continents sont *beaucoup plus petites* que pour les océans. La symétrie de l'ensemble dépend de la distribution des densités en profondeur.

Toutes ces questions seront discutées ailleurs.

5. Dans l'état moyen, les océans tournent autour de l'axe polaire avec la vitesse uniforme du mouvement diurne. Le mouvement étant connu, les équations de la Mécanique permettent de remonter aux forces et couples qui le produisent. Ces forces et couples proviennent des attractions par la partie solide, des pressions sur le fond des mers, des frottements, etc.

Action du globe sur les océans :

	Force.		Couple.
X......	0,32.10^{24} dynes	Ξ......	—0,41.10^{32} dynes-cm
Y......	—0,34 »	H......	—0,78 »
Z......	0 »	Z......	0 »

La force est de l'ordre de $\frac{1}{375}$ gM.

Le couple est de l'ordre d'un millier de fois le couple maximum exercé par la Lune sur l'ensemble du globe (environ 10^{29} C. G. S.).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un hydrocarbure coloré : le rubrène.* Note de MM. **Charles Moureu**, **Charles Dufraisse** et **Paul Marshall Dean**.

L'éther chlorhydrique du phényléthinyl-diphénylcarbinol

$$C^6H^5 - C \equiv C - \underset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}} \begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^5, \end{cases}$$

Chlorure de phényléthinyl-diphénylméthyle.

précédemment décrit ([1]), peut donner naissance à diverses sortes d'hydrocarbures.

Ainsi qu'il a été établi antérieurement ([1]), cet éther, grâce à la mobilité de l'atome de chlore, est très instable. Il se montre, en particulier, fort sensible aux agents d'hydrolyse, et il conduit aisément soit au carbinol correspondant (ou à la cétone éthylénique isomérique) ([1]), soit à des éthers-oxydes ([2]). Mais nous avons, en outre, reconnu qu'il pouvait donner de l'acide chlorhydrique non plus par voie d'hydrolyse, comme dans les réactions du type précédent, mais aux seuls dépens de sa propre substance. Contrairement, en effet, à ce que l'on pourrait penser d'après l'examen de sa formule, où l'on ne trouve d'hydrogène que dans les noyaux benzéniques, l'éther perd facilement HCl, dont l'hydrogène est ainsi nécessairement emprunté à l'un des noyaux.

([1]) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et Colin Mackall, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 33, 1923, p. 934.

([2]) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et Harold Blatt, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 35, 1924, p. 1412.

Si, par exemple, on le chauffe dans le vide, à l'état pur et en l'absence de tout solvant, on constate qu'il s'établit peu à peu dans le récipient une pression de gaz chlorhydrique. Comme on peut le concevoir d'après ce genre même de transformation, et aussi en raison de la présence d'un groupement aussi réactif que le groupement acétylénique, la réaction doit être assez complexe, et c'est bien, en fait, ce que l'on observe. Par une étude systématique des conditions de l'élimination du gaz chlorhydrique (essais en présence de divers réactifs ou catalyseurs, en présence ou en l'absence de solvants, etc.), nous avons réussi à trouver une technique permettant l'obtention de proportions notables d'un hydrocarbure bien défini, qu'en raison de sa couleur nous avons appelé *rubrène*.

Préparation. — Dans un ballon d'assez forte capacité on chauffe progressivement au bain d'huile, sous le vide de la trompe à eau, du chlorure de phényléthinyl-diphénylméthyle, bien purifié et soigneusement débarrassé de toute trace de solvant. On observe d'abord la fusion (à 71°), bientôt on aperçoit des bulles gazeuses (HCl), et le dégagement est intense aux environs de 100°, tandis que la masse s'épaissit et prend une couleur rouge de plus en plus foncée. Une température de 120° ayant été maintenue pendant 2 heures, le dégagement est alors devenu très faible (ainsi qu'on peut le constater au moyen d'un dispositif approprié). Après refroidissement, on trouve dans le ballon une masse résineuse rouge brun très foncé. Pulvérisée et lavée à l'éther à plusieurs reprises, elle a l'apparence d'une poudre rouge orangé, constituée par le rubrène à la vérité encore impur.

La purification est obtenue par dissolution dans du benzène, addition de ligroïne bouillant un peu au-dessus de 100°, et élimination de la majeure partie du benzène par distillation dans le vide à froid : le produit ne tarde pas à cristalliser. On le recueille et on le soumet plusieurs fois au même traitement de purification (dissolution dans du benzène, etc.).

Le rendement en rubrène pur est voisin de 25 pour 100. Des résidus, d'aspect résineux, on peut extraire d'autres corps définis, et, en particulier, des cristaux jaunes fondant vers 450°.

Propriétés. — Le nouvel hydrocarbure se présente sous la forme de cristaux d'une magnifique couleur rouge orangé, légitimant le nom que nous lui avons donné. Il fond nettement à 331° (au bloc Maquenne).

Il se dissout dans le benzène en donnant une liqueur rouge orangé douée d'une fluorescence jaune très intense. Un examen sommaire au spectroscope montre, pour une dilution convenable, trois bandes d'absorption, une dans le vert, une autre dans le bleu, et la troisième dans le violet. Dans les solutions concentrées on ne voit qu'une seule bande, allant du vert au violet. Le repérage exact de ces bandes, et aussi de celles qui peuvent exister dans l'ultraviolet, est en cours.

Relativement faible dans le benzène, la solubilité du rubrène dans les autres solvants organiques est encore moindre, quand elle n'est pas nulle. Parmi les meilleurs solvants citons le sulfure de carbone, la pyridine, le bromure d'éthylène, le chlorobenzène, le bromobenzène. Le corps est très peu soluble dans l'éther, encore moins dans l'alcool, insoluble dans l'acide acétique. Toutes les solutions, même très étendues, ont une fluorescence jaune, sauf toutefois les solutions dans le nitrobenzène.

Le rubrène possède à un haut degré les caractères d'un composé non saturé, ainsi que pouvait déjà le laisser supposer sa forte coloration. Il fixe énergiquement, en solution chloroformique, le brome (4^{at}), en se décolorant. Dans cette réaction, qui est assez complexe, divers corps prennent naissance, dont plusieurs offrent cette particularité vraiment curieuse d'avoir des points de fusion très élevés, dans la région du rouge sombre. L'un deux fond vers 460°, un autre vers 500°, et la fusion de ce dernier, qui s'effectue sans décomposition, est même si nette, que c'est par fusion que l'on en obtient les plus beaux cristaux. Rappelons, à ce propos, que le point de fusion le plus élevé qu'à notre connaissance on ait encore signalé en Chimie organique est 418°, point de fusion de l'oxamide. Comme on peut penser, la faible solubilité de ces composés bromés rend leur séparation très pénible; c'est ainsi que le corps fusible vers 500°, pratiquement insoluble dans tous les solvants, n'a pu être isolé (et encore en très petite quantité) à l'état sensiblement pur que par cristallisation à haute température dans le naphtalène.

Les solutions de rubrène sont stables à l'obscurité (en présence comme à l'abri de l'air), ou à la lumière en l'absence d'air. Mais, à la lumière et au contact de l'air, elles se décolorent rapidement, en fixant de l'oxygène, en même temps que l'on voit disparaître la fluorescence; et il y a là une nouvelle manifestation du caractère non saturé de la molécule de rubrène.

Traité, en présence d'acide acétique et de phosphore rouge, par une solution d'acide iodhydrique, le rubrène se décolore également, en donnant un corps cristallisé, qui fond vers 180°.

Formule. — L'analyse élémentaire et la cryoscopie conduisent à attribuer au rubrène la formule $C^{42}H^{28}$, qui correspond à un dimère du chlorure de phényléthinyl-diphénylméthyle ayant perdu $2HCl$.

L'étude cryoscopique dans le benzène a donné, pour le poids moléculaire, le nombre moyen 485 (au lieu de 532), lequel, quoique un peu faible, ne laisse aucun doute sur la dimérisation (on aurait, pour le monomère, 266). Dans le bromure d'éthylène, le nombre moyen trouvé 364 est sensiblement

plus faible, quoique encore nettement supérieur à celui qui correspond au monomère; cette particularité retient d'ailleurs notre attention.

Des expériences en vue d'établir la structure de la molécule sont en cours.

PHOTOMÉTRIE. — *Brillance apparente de la face de sortie d'un système optique à lentilles épaisses en nombre quelconque.* Note [1] de MM. A. **Blondel** et A. **Dargenton**.

On sait calculer en fonction de la brillance b_0 d'une source considérée comme surface lumineuse émettant suivant la loi de Lambert, la brillance b' de la surface de sortie d'une lentille pratiquement mince [2].

On sait qu'à la traversée d'un dioptre, les divergences sphériques $d\omega$, $d\omega'$ de petits pinceaux coniques décrits autour du rayon incident et du rayon réfracté sont dans le rapport

$$\frac{d\omega'}{d\omega} = \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha'}\left(\frac{n}{n'}\right)^2 \tag{1}$$

en appelant α et α' les angles d'incidence et de réfraction, n et n' les indices des deux milieux.

Nous nous proposons d'étudier ici le cas le plus général d'un système formé de p dioptres $1, 2, 3, \ldots, p$ limitant $(p+1)$ milieux différents numérotés $0, 1, 2, \ldots, p$, éloignés autant qu'on voudra les uns des autres.

Supposons qu'un rayon lumineux partant d'une source de lumière placée à l'entrée du premier dioptre, traverse successivement tous les autres et vienne finalement à la sortie tomber sur la pupille de l'œil d'un observateur; que ce rayon constitue l'axe d'un pinceau lumineux d'angle solide suffisamment petit pour que le pinceau émergeant couvre complètement la pupille de l'œil (ou une pupille artificielle plus petite qui la remplace devant l'œil) et enfin que le système soit stigmatique pour ce pinceau, c'est-à-dire que le point sommet du cône incident ait un point image sur la pupille.

---

[1] Séance du 31 mai 1926.

[2] Pour la démonstration, cf. A. Blondel, *Sur les propriétés photométriques des lentilles de projection* (*Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Boulogne-sur-Mer, 1899, p. 317); cette démonstration a été donnée au moyen du théorème de Bravais, pour le cas de cônes élémentaires de sections dx, dy et dx', dy', au moyen desquels on peut toujours constituer des sections quelconques $d\omega$, $d\omega'$.

Le pinceau considéré forme une congruence linéaire qui découpe successivement sur les différents dioptres de petites surfaces élémentaires $d\sigma_1$, $d\sigma_2$, $d\sigma_p$; on désignera par α et α' avec le numéro du dioptre, les angles d'incidence et de réfraction au passage de chaque dioptre. Le pinceau de lumière émis par chaque surface jouant le rôle de source secondaire, peut être considéré comme formé d'une infinité de petits cônes du second ordre, ayant des angles solides, qu'on désignera par $d\omega$ et $d\omega'$ au passage de chaque face; la divergence sphérique $d\omega'_k$ des rayons émis par le dioptre d'indice k par exemple, se conserve comme divergence sphérique $d\omega_{k+1}$ des rayons incidents tombant sur le dioptre suivant d'indice $k+1$.

On peut par conséquent calculer le rapport des divergences sphériques à l'entrée du premier dioptre et à la sortie du dernier dioptre, en écrivant la série des relations suivantes, analogues à (1).

$$\begin{aligned}
n_0^2 \; d\omega_1 \cos\alpha_1 &= n_1^2 \, d\omega'_1 \cos\alpha'_1, \\
n_1^2 \; d\omega_2 \cos\alpha_2 &= n_2^2 \, d\omega'_2 \cos\alpha'_2, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
n_{p-1}^2 \, d\omega_p \cos\alpha_p &= n_p^2 \, d\omega'_p \cos\alpha'_p,
\end{aligned}$$

d'où l'on déduit

$$\frac{d\omega'_p}{d\omega_1} = \left(\frac{n_0}{n_p}\right)^2 \frac{\cos\alpha_1}{\cos\alpha'_1} \, \frac{\cos\alpha_2}{\cos\alpha'_2} \, \frac{\cos\alpha_3}{\cos\alpha'_3} \cdots \frac{\cos\alpha_p}{\cos\alpha'_p}. \tag{2}$$

Une autre relation s'obtient en exprimant la conservation du flux dans le pinceau entre la face d'entrée et la face de sortie; en désignant par K le coefficient total de transmission, on écrira donc

$$\mathrm{K}\, b_0 \, d\omega_1 \cos\alpha_1 \, d\sigma_1 = b_p \, d\omega'_p \cos\alpha'_p \, d\sigma_p. \tag{3}$$

Des deux relations (2) et (3) on tire le rapport des brillances sous l'une ou l'autre des deux formes suivantes :

$$\frac{b_p}{b_0} = \mathrm{K} \frac{d\omega_1}{d\omega'_p} \, \frac{\cos\alpha_1}{\cos\alpha'_p} \, \frac{d\sigma_1}{d\sigma_p} \tag{4}$$

ou

$$\frac{b_p}{b_0} = \mathrm{K} \frac{d\sigma_1}{d\sigma_p} \left(\frac{n_p}{n_0}\right)^2 \frac{\cos\alpha'_1 \ldots \cos\alpha'_{p-1}}{\cos\alpha_2 \ldots \cos\alpha_p}. \tag{5}$$

Suivant les cas on utilisera l'une ou l'autre de ces formules.

Quand on peut mesurer directement par un tracé ou par l'expérience les surfaces $d\sigma_1 \, d\sigma_p$ et $d\omega_1 \, d\omega_p$, la première formule peut être employée pour la détermination du coefficient de transmission K du système optique considéré. C'est ainsi qu'on peut, par exemple, en appliquant la formule (4),

mesurer le coefficient de transmission K d'un objectif ou appareil optique analogue. On isole par un diaphragme placé concentriquement à l'axe optique une surface circulaire sur la face antérieure de l'appareil, qui est éclairé d'autre part par une source d'éclairement bien uniforme, telle qu'un verre diffusant illuminé par derrière; dans ce cas, les angles α'_1 et α_2 sont égaux tous deux à zéro. Si l'on isole sur la surface diffusante par un diaphragme une aire très petite (par exemple 1mm de diamètre), on peut mesurer à l'aide d'un cathétomètre le diamètre de la surface lumineuse de sortie. On connaît ainsi le rapport des deux aires $\frac{\sigma_2}{\sigma}$.

On peut, d'autre part, déterminer le rapport des deux divergences sphériques en plaçant contre les faces d'entrée et de sortie deux diaphragmes percés chacun d'un tout petit trou de 1mm de diamètre, concentriques tous deux à l'axe optique et en limitant la surface lumineuse par un diaphragme de diamètre connu d. En recevant le faisceau émis sur un verre opalin placé à une autre distance connue l' on peut déterminer son diamètre d'. Le rapport des deux divergences sphériques est évidemment :

$$\frac{\omega'}{\omega} = \left(\frac{ld'}{l'd}\right)^2.$$

Dans le cas d'une lentille épaisse placée dans l'air, (5) devient

$$\frac{b_2}{b_0} = \mathrm{K}\,\frac{d\sigma_1 \cos\alpha'_1}{d\sigma_2 \cos\alpha_2}. \tag{6}$$

La fraction du second membre n'est autre chose que le rapport des sections droites du pinceau à l'intérieur de la lentille au voisinage immédiat des deux dioptres.

Comme application, nous donnerons ci-dessous le calcul de la brillance de la face de sortie d'une lentille plan convexe de révolution éclairée par une source placée sur l'axe optique, à une distance f de la face plane; la face de sortie ayant d'autre part un profil stigmatique pour le foyer conjugué à l'infini.

En désignant par x et y les coordonnées cylindriques du point de sortie du rayon réfracté par la face de sortie, o et u les coordonnées correspondantes du point d'entrée du même rayon, ρ la longueur du parcours du rayon dans le verre, ds le petit élément découpé sur le profil du deuxième dioptre par le pinceau de rayons; nous pouvons prendre pour $d\sigma_1$ et $d\sigma_2$ les zones circulaires correspondantes $2\pi u\,du$ et $2\pi y\,ds$; d'où d'après (5)

$$\frac{b_2}{b_0} = \mathrm{K}\,\frac{u\,du}{y\,ds}\,\frac{\cos\alpha'_1}{\cos\alpha_2}.$$

Mais, d'autre part,

$$\frac{y}{u}\frac{ds}{du}\frac{\cos\alpha_2}{\cos\alpha'_1} = \frac{u+\rho\sin\alpha'_1}{u}\,\frac{du\cos\alpha'_1+\rho\, d\alpha'_1}{du\cos\alpha'_1} = \left(1+\rho\frac{\cos\alpha_1}{nf}\right)\left(1+\frac{\rho}{nf}\frac{\cos^3\alpha_1}{\cos^2\alpha'_1}\right),$$

en remplaçant u par $f\tang\alpha_1$ et $\sin\alpha'_1$ par $\frac{\sin\alpha_1}{n}$.

Il vient ainsi

$$\frac{b_0}{b_2} = \frac{1}{K}\left(1+\frac{\rho}{nf}\frac{\cos^3\alpha_1}{\cos^2\alpha'_1}\right)\left(1+\frac{\rho}{nf}\cos\alpha_1\right). \tag{7}$$

α_1 et α'_1 sont les angles d'incidence et de réfraction au passage du premier dioptre appelés ordinairement i et r. Au second membre apparaît le rapport caractéristique $\frac{\rho}{nf}$ qui exprime l'influence de l'épaisseur par rapport à la distance focale [1].

On voit qu'on a toujours une brillance apparente à la sortie b_1 plus faible que celle de la source. Dans le cas particulier du rayon central ($i=0$) suivant l'axe de la lentille d'épaisseur e, la formule (7) se réduit à

$$\frac{b_0}{b_2} = \frac{1}{K}\left(1+\frac{e}{nf}\right)^2 = \frac{1}{K}\left(1+\frac{e}{1,53f}\right)^2; \tag{8}$$

dans le cas d'un verre d'indice 1,53 on aura ainsi :

		$\frac{b_2}{b_0}$
Pour $\frac{e}{f}$	$= \frac{1}{20}$	$= 0,938\,K$
»	$= \frac{1}{10}$	$= 0,88\,K$
»	$= \frac{1}{5}$	$= 0,782\,K$
»	$= 0,718$	$= 0,44\,K$

---

[1] Dans le cas où le point foyer conjugué d'où l'on mesure b_2 est à l'infini, et si l'on appelle θ l'angle formé avec l'axe optique par le rayon incident le plus éloigné (2θ étant l'ouverture totale de la lentille), on sait que, pour le profil *stigmatique*,

$$x = f\left(\frac{1}{\cos\theta}-\frac{1}{\cos i}\right)\frac{\cos r}{n-\cos r}, \tag{9}$$

d'où, en substituant et tenant compte de $x=\rho\cos r$,

$$b_0 = b_2\left[1+\frac{\cos i}{n(n-\cos r)}\left(\frac{\cos i}{\cos\theta}-1\right)\right]\left[1+\frac{\cos^2 i}{n\cos^2 r(n-\cos r)}\left(\frac{\cos i}{\cos\theta}-1\right)\right]. \tag{10}$$

Pour $\theta = 45°$, $\frac{e}{f} = 0,78$.

Les formules (5), (6), (7), (8) sont réversibles et par conséquent s'appliquent si l'on intervertit les positions de la source et de l'œil; au lieu d'un affaiblissement de brillance on constatera un accroissement. Dans le cas de la lentille stigmatique pour l'infini on emploiera comme source un écran diffusant uniformément éclairé.

La formule (5) est applicable aussi à un projecteur en verre argenté parabolique, ou Mangin, en déterminant sur l'épure les sections droites du pinceau élémentaire intérieur, au voisinage de la surface antérieure; le rapport $\frac{\cos\alpha'}{\cos\alpha}$, relatif à la surface réfléchissante, est forcément égal à l'unité.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la cémentation du cuivre et de ses alliages par l'aluminium.* Note de M. **Léon Guillet**.

J'ai poursuivi l'étude de la généralisation de la cémentation dont j'ai communiqué ([1]) les premiers résultats, par des recherches sur la cémentation du cuivre et de ses alliages par l'aluminium.

Partant du même principe que celui utilisé dans la cémentation par l'étain, j'ai utilisé comme cément l'alliage Al-Cu à 20 pour 100 Al. Ce cément pulvérisé était additionné de 5 pour 100 de son poids de chlorure d'ammonium.

Première série d'essais sur le cuivre. — Sur le cuivre même nous avons obtenu les résultats suivants :

Température de l'opération.	Durée de l'opération.	Pénétration.	Constitution en surface.
800°	8 heures	0,3 mm	Sol. $\alpha + \beta$ des Cu-Al
800	16 »	0,5	»
800	24 »	0,6	»
700	48 »	0,25	Sol. α.

De plus la dureté caractérisée par le scléroscope Shore a été déterminée sur le cuivre cémenté à 800°, durant 24 heures, cela sur le produit cémenté et sur le produit cémenté et trempé à 800° dans l'eau. Après ce traitement, la structure superficielle est martensitique, ainsi que le faisait prévoir le résultat obtenu sur les cupro-aluminium $\alpha + \beta$:

([1]) *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1363.

Hauteur de rebondissement sur métal.

Cémenté		Cémenté et trempé.	
en surface.	au centre.	en surface.	au centre.
15	10	20	9
16	9	19	8
15	9	19	8

L'utilité de la présence du chlorure d'ammonium est démontrée par les deux expériences suivantes :

Température de l'opération.	Durée de l'opération.	Addition de AmCl.	Pénétration.	Constitution en surface.
			mm	
750°	6 heures	0	0,1	Sol. α
750°	6 »	5 %	0,3	$\alpha + \beta$

Ceci semblerait démontrer que le chlorure d'aluminium pouvant se former serait l'agent réel de la cémentation.

L'expérience suivante contredit cette hypothèse :

Un cylindre de cuivre a été chauffé à 800° dans les conditions suivantes : placé verticalement le cylindre était entouré sur la moitié de sa hauteur de cément additionné de AmCl, l'autre partie était entourée de bourre d'amiante non comprimée. Aucune cémentation n'a été observée sur cette dernière partie de l'échantillon; le contact avec le cément est nécessaire et le chlorure d'ammonium paraît jouer surtout le rôle d'agent de décapage.

Dans ces opérations, j'ai toujours noté un inconvénient extrêmement gênant dans la pratique industrielle : une couche plus ou moins importante de cément adhère à la surface des pièces. L'adjonction d'un produit inerte, comme l'alumine, en dose assez importante (20 pour 100 en poids) atténue cet ennui, sans le faire entièrement disparaître. En outre la vitesse de pénétration est singulièrement diminuée :

Température de l'opération.	Durée de l'opération.	Addition de Al^2O^3.	Pénétration.
			mm
800°	15 heures	0	0,2
800°	15 »	20 %	0,5

Le four tournant remédiera peut-être à cet inconvénient, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment.

Deuxième série d'essais sur les alliages de cuivre. — Le tableau suivant résume les résultats obtenus avec les différents alliages de cuivre, toutes

les opérations étant caractérisées par une durée de 48 heures à la température de 700°.

Alliages utilisés.		Pénétration.	Hauteur de rebondissement sur métal				Dureté à la bille sur métal		Constitution en surface.
			cémenté-cémenté		cémenté-trempé		cémenté-non trempé		
	pour 100	mm	au centre.	en surface.	au centre.	en surface.	au centre.	en surface.	
Laiton à Cu	= 67...	0,80	11	28	11	27	55	114	$\alpha + \beta$ des laitons
Laiton à Cu	= 60...	1,05	17	22	21	21	81	105	augmentation de β
Bronze à Cu	= 90...	0,85	20	24	20	26	76	81	martensite
Bronze à Cu	= 84...	1,65	26	28	25	28	155	110	$\alpha + \beta$ des Cu — Al
Cupronickel à Ni	= 20...	0,22	15	23	15	23	77	86	couche attaquant facilement et uniformément.
Maillechort à Cu » à Ni	= 60... = 20...	1,33	23	17	23	20	135	64	constituant spécial

On note le durcissement assez net de la plupart des alliages; mais on remarque que le maillechort et le bronze renfermant 84 pour 100 de cuivre sont adoucis et que le bronze à Cu=90 devient martensitique. Enfin, un essai sur le nickel a donné une pénétration très faible et très irrégulière et sans amélioration intéressante des propriétés.

D'autres opérations ont été faites à des températures plus élevées, notamment à 800°. On obtient des pénétrations bien plus profondes, souvent doublées, pour la même durée de l'opération.

Ces recherches mettent en vue une méthode intéressante de durcissement du cuivre et de certains de ses alliages, notamment des laitons; certaines de ces cémentations ne donnent les résultats optima que si l'opération est suivie d'une trempe, ce qui rapproche singulièrement le procédé de celui couramment utilisé pour les aciers. Toutefois, le procédé ne peut devenir d'utilisation courante que si l'on arrive à vaincre la difficulté déjà signalée de l'adhérence du cément aux pièces.

Je tiens à signaler que toutes mes recherches en vue de cémenter l'aluminium par le cuivre ont échoué jusqu'à maintenant; l'aluminium fondant à 650°, on doit agir à température basse ; et cependant il y aurait là, surtout en trempant le produit cémenté, une méthode fort intéressante pour durcir l'aluminium et lui donner les qualités requises pour un métal de frottement.

Je poursuis toutefois de nouveaux essais.

MÉDECINE. — *Fièvre récurrente transmise à la fois par ornithodores et par poux.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **Charles Anderson.**

I. Les petites épidémies de fièvre récurrente de l'Afrique Mineure, en particulier celles de la Tunisie, ont presque toujours pour origine la région présaharienne.

Ce fait avait frappé l'un de nous dès ses premières recherches sur la fièvre récurrente. Bien que l'expérimentation lui eût fourni la preuve éclatante du rôle du pou dans la transmission de la maladie, il émit l'hypothèse que, peut-être, en dehors du pou, agent de dissémination des épidémies, il pouvait exister, dans les foyers d'origine présaharienne, un agent de conservation du virus. La fièvre récurrente du centre de l'Afrique (fièvre des tiques) reconnaît pour agent de transmission un ornithodore (*O. moubata*). Il était logique de chercher s'il n'existait pas, dans le sud tunisien, un autre acarien susceptible de transmettre le virus de la spirochétose nord-africaine. *Ornithodorus Savignyi*, très voisin d'*O. moubata* et commun dans la région méridionale de la Régence, devait être naturellement suspecté. Dans une première série d'expériences réalisée en 1912, dans une seconde inédite, menée récemment par les deux auteurs de cette Note, des *O. Savignyi*, nourris sur des singes infectés par le virus récurrent, se montrèrent incapables de transmettre la maladie à des singes neufs.

II. M. Sadi de Buen a signalé, cette année même, l'existence en Espagne d'une fièvre récurrente d'un type un peu spécial qui ne lui a pas paru se transmettre naturellement par les poux et dont il a reconnu, par des expériences démonstratives, que l'agent de transmission était un ornithodore (*O. marocanus* ou espèce voisine). Essayant d'autre part la transmission expérimentale au moyen de poux, M. Sadi de Buen a échoué.

L'hypothèse que nous avons signalée plus haut devait nous amener à répéter les essais de M. de Buen. Nous avons pu nous procurer quelques ornithodores d'origine espagnole, infectés du nouveau virus. Il nous a été aisé de reproduire, avec ces ornithodores, la maladie expérimentale chez un macaque (bonnet chinois).

Deux lots de poux ont été nourris sur ce singe pendant son infection ; le premier a fait trois repas virulents, le second deux; ensuite les poux des deux lots ont été nourris sur un singe neuf. 21 de ces poux ont été examinés à l'ultramicroscope aux 8e et 9e jours de l'expérience. Chez aucun, la

présence de spirochètes visibles n'a été reconnue. Le produit de broyage de ces poux a, cependant, été inoculé sous la peau ou déposé à la surface de la conjonctive d'un macaque (*rhesus*). Dix jours après la première inoculation (neuf après la dernière), ce singe a présenté une élévation thermique avec présence de spirochètes dans le sang. Fièvre et infection ont duré plusieurs jours.

Cette expérience démontre que, contrairement à la conclusion de M. de Buen (qui avait opéré non sur des singes, mais sur des rats, animaux infiniment moins sensibles), la fièvre récurrente espagnole peut être transmise expérimentalement par les poux aussi bien qu'elle l'est par les ornithodores.

III. La fièvre récurrente espagnole nous offre donc l'exemple hautement intéressant d'une spirochétose humaine [1], susceptible d'être transmise par deux invertébrés très différents, puisque l'un est un acarien, l'autre un insecte aptère. Si l'on réfléchit que, chez chacun de ces deux hôtes vecteurs, le spirochète doit subir une évolution, le fait apparaît comme particulièrement instructif.

Il est, à un autre point de vue, d'une portée générale très grande. La fièvre récurrente espagnole avec ses deux agents de transmission vient se placer entre la fièvre des tiques que, seul, un ornithodore transmet et la récurrente mondiale que transmet le pou. Elle paraît plus près de la fièvre des tiques que de la récurrente mondiale. Si notre hypothèse venait à être démontrée, la récurrente nord africaine se placerait au voisinage de l'espagnole, plus près qu'elle de la récurrente ordinaire. Quoi qu'il en soit, on se rend compte aujourd'hui que toutes les récurrentes se tiennent. Transmis d'abord uniquement par l'ornithodore, leurs spirochètes ont, à titre accidentel, infecté le pou; puis, l'infection du pou devenant plus aisée, ils se sont conservés et transmis uniquement par lui. Ce changement d'hôte a fait d'une infection endémique, attachée au sol du centre africain, une maladie épidémique mondiale, ainsi qu'il convient lorsque l'agent transmetteur de la maladie est un parasite de la peau de l'homme, sujet aux mêmes déplacements que celui qui le porte.

---

[1] Manteufel aurait réussi (en 1908) à transmettre une *fièvre récurrente russe* au moyen d'*Ornithodorus moubata* Le fait n'a pas été confirmé.

NOMINATIONS.

MM. **Émile Picard**, **Lallemand**, **Bourgeois**, **Ferrié**, **Perrier** sont désignés pour représenter l'Académie à la session extraordinaire du *Conseil international de recherches* qui se tiendra à Bruxelles, le 29 juin 1926.

ÉLECTIONS.

Par 40 suffrages contre 14 à M. *Serge Bernstein*, M. **N. E. Nörlund** est élu Correspondant pour la Section de Géométrie en remplacement de M. *Cl. Guichard*, décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la *Chaire de Zoologie* (*Mammalogie*) déclarée vacante au *Muséum national d'histoire naturelle*.

(Renvoyé à la section d'anatomie et zoologie).

M. **Victor Grignard**, élu Membre non résidant, adresse des remercîments à l'Académie.

M. **Pierre Weiss** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place de Membre non résidant vacante par le décès de M. *G. Gouy*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Madagascar et dépendances*, carte au 1/1000000e en trois feuilles, dressée par G. Grandidier, avec la collaboration de J. Hansen.

2° *Carte de la Colonie du Tchad* et 4 *cartes économiques de l'Afrique équatoriale française*, dressées par A. Meunier.

3° Eugène Richard. *Alphonse Laveran* (1845-1922) (*Genèse et conséquences d'une découverte*). (Présenté par M. E. Roux.)

4° *Études et Notes de médecine exotique* (1924-1925), par G. Delamare. (Présenté par M. H. Vincent.)

5° *Le salaire moderne. Sa formule générale. Son équation de dimension. Quelques résultats industriels*, par F. Bayle. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Surfaces de Voss-Guichard.* Note de M. **Bertrand Gambier.**

1. Les équations aux dérivées partielles que je donne à la page 1312 de ce même Tome pour obtenir les coefficients E, F, G du ds^2 des surfaces de Voss-Guichard peuvent être étudiées ainsi : X et Y étant l'arc des géodésiques, v ou u constante, on a

$$E=\left(\frac{\partial X}{\partial u}\right)^2, \quad F=\frac{\partial X}{\partial u}\frac{\partial X}{\partial v}=\frac{\partial Y}{\partial u}\frac{\partial Y}{\partial v}, \quad G=\left(\frac{\partial Y}{\partial v}\right)^2, \tag{1}$$

et les deux fonctions inconnues X, Y s'obtiennent par le système où U est fonction de u seul et V de v seul

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial u \partial v}=\mathrm{UV}\sin\omega\cos\omega, \tag{E}$$

$$\frac{\partial X}{\partial v}=\cos 2\omega\frac{\partial Y}{\partial v}, \quad \frac{\partial Y}{\partial u}=\cos 2\omega\frac{\partial X}{\partial u}. \tag{E$_1$}$$

L'équation (E) est classique : la détermination de la surface générale Σ à courbure totale constante en dépend; la surface V de Voss correspond à Σ par plans tangents parallèles, les géodésiques (u, v) de V étant les homologues des asymptotiques de Σ; au point (u, v) la tangente à la géodésique (u) est parallèle à la tangente de l'asymptotique (v). La forme quadratique

$$t^2 \mathrm{U}^2 du^2+\frac{\mathrm{V}^2}{t^2}dv^2 \pm 2\mathrm{UV}\cos 2\omega\, du\, dv \tag{2}$$

donne, avec le signe $+$, puis le signe $-$, l'élément linéaire de Σ puis de la représentation sphérique commune de V et Σ; il en résulte, comme l'a fait remarquer M. Bianchi [1], que la déformation étudiée ici de V correspond à la transformation de Bonnet-Lie de Σ.

On doit toutefois remarquer que cette transformation peut s'envisager à deux points de vue distincts : dans l'un le ds^2 des surfaces Σ et de leur représentation sphérique sont

$$du^2+dv^2 \pm 2\cos\omega\left(\frac{u}{t}, vt\right) du\, dv. \tag{3}$$

---

[1] *Géométrie différentielle*, 2, 3e édition, p. 34-36 et 83-85.

Au cours de la variation de la constante t, les asymptotiques se correspondent par arcs égaux et la division de Σ en losanges de même côté l par les asymptotiques subsiste, l'angle des losanges variant; les lignes de courbure se correspondent. Ici c'est au contraire la forme (2) qui est utilisée : les asymptotiques se correspondent, mais non plus les lignes de courbure; l'angle des asymptotiques est conservé, les arcs d'une série sont multipliés par t, ceux de l'autre par $\frac{1}{t}$; les aires sont conservées. La surface (t) et la surface (ti), par exception, ont leurs lignes de courbure en correspondance : elles sont transformées d'Hazzidakis l'une de l'autre et les surfaces de Voss correspondantes adjointes.

2. Supposant X et Y fonctions de $u+v$, on n'a plus qu'une équation *différentielle* d'ordre 2 à intégrer pour obtenir les surfaces V révolutives, hélicoïdales ou applicables sur une surface de révolution : pour les deux premières séries, Σ est révolutive ou hélicoïdale; si l'on connaît toutes les surfaces Σ de ces deux séries, il faut bien remarquer qu'à une telle surface Σ correspondent des surfaces V dépendant de deux fonctions arbitraires d'une variable, tandis que les surfaces V révolutives ou hélicoïdales correspondantes ne dépendent que de deux constantes et la méthode suivie ici m'a permis de les extraire.

Pour la troisième série, chaque surface V coïncide, dans son ensemble, avec l'une quelconque de ses associées, et la surface Σ est invariante, dans son ensemble, par la transformation de Bonnet Lie. Je donne la méridienne des surfaces de révolution *réelles* en exprimant r, z au moyen de la fonction px de Weierstrass $(x = u + v)$

$$r = \sqrt{\frac{(e_3-e_1)(p-e_1)}{e_3-e_2}}, \qquad \frac{dz}{dx} = \sqrt{\frac{e_1-e_2}{e_3-e_2}}(p-e_3).$$

Pour la dernière série j'ai à intégrer l'équation différentielle du second ordre

$$\omega'' = e^x \sin\omega \cos\omega,$$

où ω ne dépend que de x, dont je n'ai pas aperçu d'intégrale première.

3. Pour les surfaces réglées, pour les surfaces minima, pour les surfaces de Voss, si S_1, S_2, S sont trois surfaces *associées*, tout élément géométrique φ, exprimé d'une façon linéaire et homogène en D, D', D'' $\left(\frac{\cos\theta}{R},\ \frac{1}{T} - \frac{d\theta}{ds}, \cot\theta \text{ pour une courbe, courbure moyenne en un point}\right)$ a une loi de

variation très simple exprimée par la même loi linéaire que pour D

$$\varphi = h\varphi_1 + k\varphi_2.$$

En particulier, si S_1 et S_2 sont adjointes, R et T, relatifs à une géodésique u, donnent

$$\frac{1}{R} = \frac{e^{-i\alpha}}{R_1}, \qquad \frac{1}{T} = \frac{e^{i\alpha}}{T_1}, \qquad \frac{T}{R} = \operatorname{tang} 2\omega,$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rectification à propos de la Note : Sur les polynomes de Tchebichef.* Note de M. **Gaston Julia.**

J'ai indiqué au paragraphe 1 de ma Note : *Sur les polynomes de Tchebichef* (1) une propriété, que je croyais entièrement nouvelle, des polynomes d'approximation de Tchebichef π relatifs à une fonction $f(z)$ de la variable complexe z, continue sur une courbe rectifiable C du plan z, ouverte ou fermée, ou dans un domaine D quarrable. Le polynome π de degré n est la limite, pour $k = +\infty$, du polynome P unique de degré n qui rend minimum la moyenne d'ordre k, sur C, ou dans D, de la différence $|f - P|$. M. Fréchet vient de me faire connaître que M. D. Jackson a déjà démontré cette propriété pour les fonctions de variable réelle dans le cas où C est un segment d'axe réel (divers Mémoires dans *Transactions of the American Mathematical Society*, 1921, 1923, 1924). M. G. Polya, d'autre part, m'a signalé une Note qu'il a publiée dans les *Comptes rendus*, 157, 1913, p. 840, dans laquelle il établit la propriété précédente pour les indices k entiers et pairs, $f(x)$ étant continue et réelle, sur un segment d'axe réel.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations de la forme $s = f(x, y, z, p, q)$ qui sont de la première classe.* Note de M. **E. Lainé**, présentée par M. Goursat.

Dans sa réponse (2) à ma Note précédente (3), M. Gosse applique, par inadvertance, à l'équation (E_1)

$$(E_1) \qquad s = p\left(\frac{q^{\frac{1}{2}} + q}{z - y} + \frac{q}{z - x}\right)$$

(1) *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1203.
(2) *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1264.
(3) *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1127.

les conclusions de l'étude qu'il a faite dans son Mémoire [1], des équations

$$s = p\theta(x, y, z, q)$$

qui sont de la première classe. Cette étude ne s'applique pas à l'équation (E_1), parce que cette équation admet un invariant du second ordre pour le système X de caractéristiques.

J'ai d'ailleurs obtenu, pour cette équation, un invariant du troisième ordre, relativement au système Y de caractéristiques. Cet invariant a pour expression

$$\frac{q_3 - \dfrac{q_2^2}{2q_1} - q_2\dfrac{1 + 5q_1^{\frac{1}{2}} + 4q_1}{z - y} - \dfrac{2q_1 + 2q_1^{\frac{3}{2}} - 6q_1^2 - 10q_1^{\frac{5}{2}} - 4q_1^3}{(z - y)^2}}{q_2 - 2\dfrac{q_1 + 2q_1^{\frac{3}{2}} + q_1^2}{z - y}}.$$

Conformément au théorème général de M. Gau, les équations

$$q_3 - \frac{q_2^2}{2q_1} - q_2\frac{1 + 5q_1^{\frac{1}{2}} + 4q_1}{z - y} - \frac{2q_1 + 2q_1^{\frac{3}{2}} - 6q_1^2 - 10q_1^{\frac{5}{2}} - 4q_1^3}{(z - y)^2} = 0$$

et

$$q_2 - 2\frac{q_1 + 2q_1^{\frac{3}{2}} + q_1^2}{z - y} = 0$$

sont en involution avec l'équation (E_1), comme on peut le vérifier directement.

Ainsi, et cette propriété me paraît de nature à modifier les conclusions de M. Gosse, l'équation (E_1) est de la première classe. Elle offre en outre un exemple simple d'une particularité signalée par M. Goursat dans la remarque qui termine son second Mémoire [2] : alors que, pour le système Y, son invariant d'ordre minimum est d'ordre 3, elle admet néanmoins une involution d'ordre 2.

---

[1] *Annales Faculté sciences Toulouse*, 3e série, 16, 1924, p. 214.

[2] *Annales Faculté sciences Toulouse*, 2e série, 1, 1899, p. 462.



ÉLECTRICITÉ. — *Sur la formation des tubes luminescents à l'hélium.* Note (¹) de M. **Jacques Risler**, transmise par M. Daniel Berthelot.

On sait que la formation des tubes luminescents aux gaz rares est particulièrement délicate en raison de la nécessité d'éliminer les impuretés et d'isoler le gaz définitif.

Dans la pratique il y a lieu tout d'abord, avant même la construction de la lampe, d'absorber autant que possible les gaz occlus à l'intérieur du métal constituant les électrodes. Pour obtenir ce résultat on commencera avant la fixation définitive sur la lampe ou le tube, par fixer les électrodes face à face dans un manchon de verre relié à la canalisation à vide et à la pompe; on branchera ensuite les deux électrodes aux bornes d'un transformateur de haute tension, et l'on les soumettra à des décharges électriques d'intensité croissante jusqu'au noircissement du verre obtenu par démétallisation. On brise ensuite le manchon de verre et on décape les électrodes à l'alcool après les avoir fait rougir à la flamme du chalumeau.

On élimine alors les gaz occlus à l'intérieur du verre en chauffant les parois à l'aide d'un courant électrique d'un régime supérieur au régime normal d'alimentation de la lampe; les gaz dégagés sont absorbés par la pompe.

Le vide cathodique ayant été atteint et la décharge électrique ne pouvant plus vaincre la résistance du vide, on procède à l'introduction de l'hélium; c'est à ce moment que se présentent les plus sérieuses difficultés techniques: en effet une certaine quantité de vapeur s'est mélangée à l'hélium par suite de sa conservation sur l'eau; d'autre part des impuretés nouvelles provenant des robinets ou des vannes à mercure provoquent l'introduction, dans l'enceinte de la lampe, d'une certaine quantité de vapeur de graisse ou d'huile. On relève au spectroscope la présence d'hydrogène, d'azote et d'acide carbonique.

La méthode la plus simple pour éliminer tous ces gaz ou vapeurs consiste à placer sur la canalisation à vide un fragment de charbon de bois fonctionnant en raison de son pouvoir absorbant à basse température. Dans la pratique on réalisera cette basse température à l'aide de neige carbonique dans l'acétone (— 78°); on condensera ainsi sans peine les vapeurs de

---

(¹) Séance du 10 mai 1926.

mercure, de graisse, etc., dont la tension de vapeur est insignifiante à la température de la neige carbonique.

A cette température (— 78°) 1^g de charbon de bois absorbe environ, d'après nos vérifications :

	cm³
H	55
Az	95
O	130
CO^2	145
He	5
Ne	6

Ces mesures s'accordent, d'une manière satisfaisante avec celles déjà faites à des températures beaucoup plus basses (— 185°, air liquide) par divers observateurs (Dusham, G. Claude, pour l'obtention industrielle du néon).

Pour parfaire le vide sélectif et isoler tout à fait l'hélium, on introduira, pour plus de sécurité, à l'autre extrémité de la canalisation un double système d'absorbants contenant PO^5 et CO^2 solide et un gros filament de tungstène porté au rouge.

Une autre méthode de séparation de l'hélium consiste dans l'absorption sélective des gaz par les métaux alcalins et alcalino-terreux. Cette absorption, signalée par Moissan et étudiée particulièrement par Soddy, donne lieu à une combinaison de l'azote avec formation d'azotures; en réalité il y a absorption complète de tous les gaz, hélium, néon, argon exceptés. Dans la pratique, nous avons utilisé cette curieuse propriété des métaux alcalins et alcalino-terreux de la façon suivante : La lampe ayant été fixée sur la canalisation à vide et soigneusement purgée, on branche à son niveau une électrode auxiliaire constituée par un creuset métallique contenant une quantité quelconque de métal alcalin ou alcalino-terreux (sodium, potassium ou baryum); l'une des électrodes principales et l'électrode auxiliaire ayant été branchées en dérivation, le métal s'introduit dans la lampe à l'état de vapeur sous le passage du courant. On met alors la pompe en marche pendant un court instant, puis on introduit l'hélium progressivement. Automatiquement les gaz étrangers disparaissent; on voit en effet au spectroscope la raie 5875,6 augmenter d'intensité et le spectre de l'hélium apparaître en entier avec netteté.

On laisse le tube fonctionner ainsi. En une heure, 1^g de sodium et 1^g de calcium absorbent d'après nos constatations :

	1g sodium.	1g calcium.
	cm³	cm³
H	125	130
Az	135	140
CO^2	175	165
He	4	4
Ne	6	5

Dans tous les cas, il y a absorption totale de tous les gaz autres que les gaz rares.

Cette méthode offre un réel avantage par suite de sa simplicité.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur une méthode nouvelle pour mesurer l'absorption du rayonnement* β *et* γ *de corps radioactifs*. Note (¹) de M. **D.-K. Yovanovitch** et Mlle **A. Dorabialska**, présentée par M. Jean Perrin.

Pour étudier l'absorption des rayons β et γ on utilise d'ordinaire une méthode, qui consiste à mesurer l'ionisation provoquée par l'énergie restante des rayons qui ont traversé successivement plusieurs couches de matière. La méthode que nous avons employée dans ce travail préliminaire consiste, au contraire, à mesurer par la voie calorimétrique l'énergie retenue par la matière elle-même sous forme de chaleur. A l'aide d'un calorimètre sensible et peu absorbant, nous avons pu tracer dans divers métaux des courbes d'absorption, d'après lesquelles on peut calculer le coefficient global d'absorption des rayons β.

Le calorimètre construit par l'un de nous a été décrit précédemment (²).

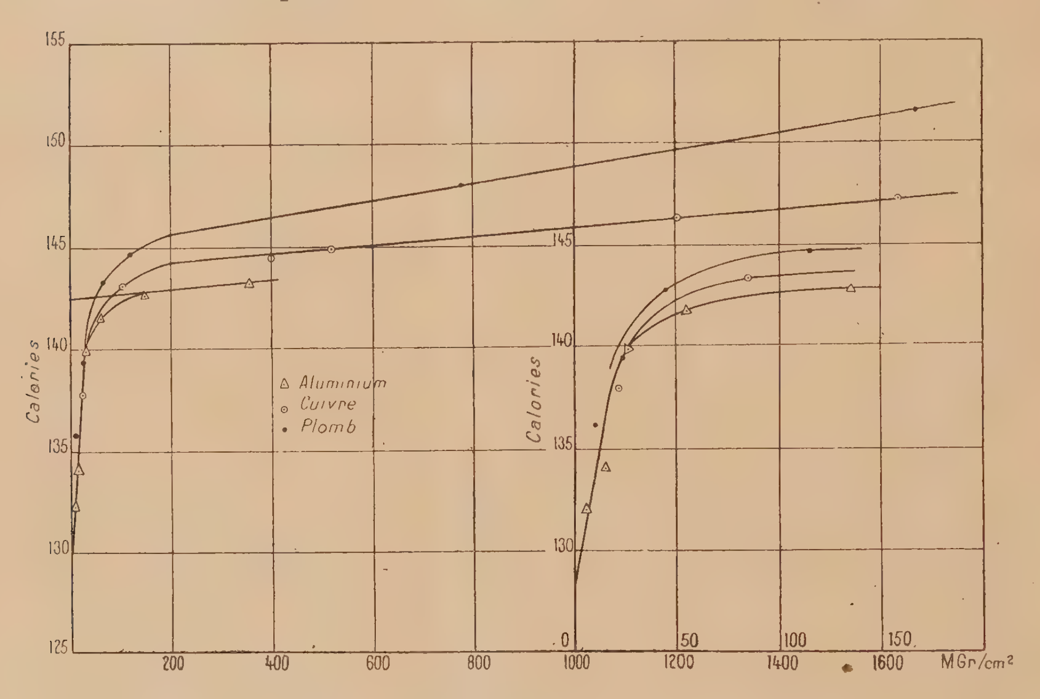
La *source* de rayons était une ampoule contenant $27^{mg},52$ de Ra-élément (longueur 18^{mm}, épaisseur $3^{mm},5$). Cette ampoule était successivement placée à l'intérieur d'écrans de métal cylindrique d'épaisseur connue et l'énergie calorifique due à l'absorption des rayons β et γ par une épaisseur croissante de matière a été soigneusement mesurée par la méthode décrite. L'épaisseur des enveloppes utilisées a pu atteindre 2^{mm}.

Les *résultats* des mesures réunis dans les courbes suivantes montrent l'allure de l'absorption dans trois métaux (Al, Cu, Pb). En abscisse on a

(¹) Séance du 7 juin 1926.

(²) D. K. Yovanovitch, *Comptes rendus*, 179, 1924 p. 163. Une étude étendue sur cet appareil sera donnée prochainement.

porté les valeurs de $\frac{m}{s}$ (masse de l'écran par centimètre carré), en ordonnée les débits calorifiques en calories rapportés à 1^g de Ra-élément et à



1 heure. On a en première approximation

$$q = Q_\beta\left(1 - e^{-\frac{\mu}{\rho}\frac{m}{s}}\right)$$

où q est l'excès du débit de chaleur mesuré sur celui dû aux rayons α, et $Q_\beta = 13^{cal},4$ est le débit de chaleur dû à la totalité des rayons β. On en déduit le coefficient moyen d'absorption $\frac{\mu}{\rho}$ pour les rayons β du radium en prenant pour Q_β la valeur résultant de l'intersection de l'axe des ordonnées avec la partie rectiligne prolongée de la courbe obtenue avec aluminium. On trouve ainsi pour $\frac{\mu}{\rho}$ la valeur 51,02. Cette valeur sera augmentée si l'on utilise pour le même but les courbes de Cu et de Pb. Cependant les courbes relatives aux trois métaux sont voisines jusqu'à $\frac{m}{s} = 0,02$ ce qui semble montrer que les valeurs moyennes de $\frac{\mu}{\rho}$ pour les rayons β ne sont pas très différentes. La valeur extrapolée pour le débit de chaleur du radium sans

enveloppes métalliques a été trouvée environ 129^{cal}. Cette valeur est plus élevée que celle jusqu'ici indiquée pour le débit de chaleur des rayons α du radium.

RADIOACTIVITÉ. — *Absorption du rayonnement pénétrant de l'Ac en équilibre avec ses dérivés.* Note de M. **Frilley**, présentée par M. Jean Perrin.

Pour caractériser les corps radioactifs, on utilise souvent la courbe d'absorption de leur rayonnement pénétrant. Cette courbe représente le logarithme de l'intensité du courant d'ionisation produit par ce rayonnement dans une chambre impénétrable aux rayons α, en fonction de l'épaisseur x ou de la masse par centimètre carré des écrans absorbants.

Pour certains groupes de rayons β ou γ, et dans les conditions ordinaires d'expérience où le rayonnement est utilisé dans un angle solide assez grand, la courbe $\log i = f(x)$ est une droite de pente $-\mu$; μ est le coefficient d'absorption de ce rayonnement dans le corps absorbant considéré. Dans d'autres cas, la pente de la courbe décroît (en valeur absolue), pour les valeurs croissantes de x, ce qui fait présumer la présence de plusieurs groupes de rayons, d'où un effet de filtration du rayonnement.

La courbe d'absorption dans l'Al du rayonnement pénétrant de l'Ac, en équilibre avec ses dérivés, présente, au contraire, après un début rectiligne, une augmentation de pente et d'une deuxième partie droite. Après $1^{mm},5$ d'Al, commence un effet normal de filtration (*fig.* 1, A). Des anomalies de même forme, dues à des effets secondaires, se manifestent, il est vrai, avec divers rayonnements pénétrants, mais pour des épaisseurs très faibles d'absorbants. Ainsi, cet effet a été observé (1) pour des épaisseurs inférieures à $0^{mm},05$ d'Al, avec le rayonnement de l'Ac, et c'est seulement vers $0^{mm},5$ que se présente la courbure anormale que je viens de signaler.

Diverses préparations d'Ac et d'Ac X, à des distances de la chambre variant de 2 à 5^{cm}, avec écrans sur la source ou contre la chambre, ont donné les mêmes résultats. La cause de l'anomalie n'est donc pas la diffusion supposée par O. Hahn et L. Meitner (2), qui n'avaient observé que le début de la courbure. C'est plutôt la structure du rayonnement prépondérant

(1) Kovarik, *Phil. Mag.*, 6e série, 20, 1910, p. 849.

(2) Hahn et Meitner, *Phys. Zeits.*, 9, 1908, p. 697.

Fig. 1.

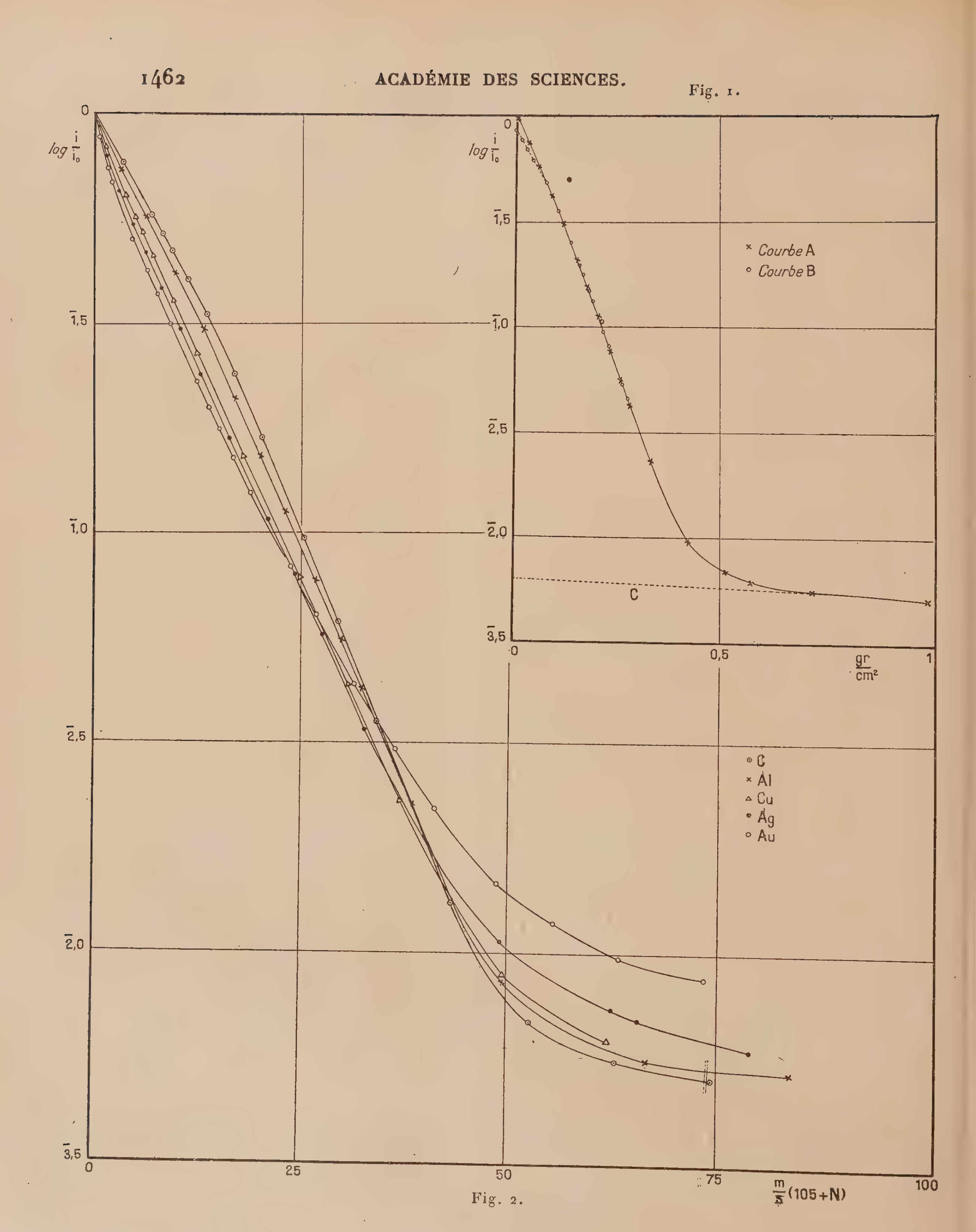

0
log i/i₀
1,5
1,0
2,5
2,0
3,5
× Courbe A
∘ Courbe B
C
0
0,5
1
gr/cm²
25
50
75
100
m/S (105+N)
C
Al
Cu
Ag
Au

Fig. 2.

(celui de AcC″), formé d'un petit nombre de raies [1], qui différencie ce rayonnement et ceux de vitesses voisines, formés de bandes, comme celui du RaE.

La première partie droite de la courbe semble être la superposition de la courbure anormale (qui peut être due à un parcours limite de groupes de rayons très homogènes), et d'un effet de filtration normal sur les rayons les plus mous. La courbe d'absorption dans l'Al du rayonnement filtré par $0^{mm},5$ d'Ag (*fig.* 1, B), ne présente en effet qu'une seule partie droite, celle qui coïncide avec la deuxième partie de la courbe ordinaire (*fig.* 1, A).

C'est l'étude de l'absorption dans divers éléments qui suggère cette expérience : l'anomalie apparaît dans les éléments légers Al, C, et est masquée par un effet de filtration plus accentué dans Cu, Ag, Au (*fig.* 2). Ceci conduit à préférer au coefficient d'absorption dans Al, précédemment admis, déduit de la première droite, celui de la deuxième qui ne change pas après la filtration. En déduisant des intensités celle des rayons γ les plus pénétrants extrapolée (*fig.* 1, C), on obtient pour le rayonnement β de AcC″ le coefficient $\mu = 44,5\ \text{cm}^{-1}$, le coefficient sans correction étant 34,0.

J'ai appliqué au rayonnement de l'Ac la loi $\frac{\mu}{\rho} = b(105 + \text{N})$, applicable aux rayons β [2], en traçant avec les coordonnées $\log \frac{i}{i_0}$ et $\frac{m}{s} \times (105 + \text{N})$ les courbes dans divers absorbants. Elles devraient ainsi être toutes parallèles. Elles montrent en réalité une déformation progressive en fonction de N, et après s'être séparées au début, prennent des directions à peu près parallèles rectilignes, suivies d'un effet de filtration des rayons γ très pénétrants (*fig.* 2). Cette comparaison est d'ailleurs favorable au choix du coefficient déterminé ci-dessus.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur les actions superficielles.*

Note [3] de M. **René Dubrisay**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

J'ai, dans une Communication récente [4], montré que l'addition d'un électrolyte dans des solutions savonneuses, à dose insuffisante pour provoquer le relargage, augmente la quantité de savon fixée par adsorption à

(1) Hahn et Meitner, *Zeits. f. Phys.*, 34, 1925, p. 795.
(2) Mme Lattès et G. Fournier, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 1135.
(3) Séance du 3 mai 1926.
(4) *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1217.

la surface de contact de l'eau et de la benzine. Il est naturel d'admettre que ce doit être là un phénomène général et que des particularités analogues peuvent être observées lorsque le corps adsorbant est solide. Les démonstrations expérimentales sont particulièrement frappantes dans le cas des solutions de matières colorantes qui peuvent, elles aussi, être précipitées par un électrolyte.

J'ai utilisé successivement comme corps adsorbants le sable siliceux, le kieselguhr, l'amiante, le coton, et comme matières adsorbées : le bleu de méthylène, le bleu nuit, le rouge Congo, le méthylorange et l'alizarine viridine. La quantité adsorbée était mesurée par colorimétrie, en comparant les intensités de coloration des liqueurs avant et après contact avec le corps solide. Des expériences analogues ont été répétées avec des solutions additionnées de 0,5 pour 100 de chlorure de sodium.

Dans le tableau suivant, je désigne par $\frac{I}{I'}$ le rapport des intensités de coloration pour la solution adsorbée et la solution primitive; le rapport $\frac{J}{J'}$ a la même signification dans le cas des liqueurs salées.

	$\frac{I}{I'}$.	$\frac{J}{J'}$.
1g de kieselguhr pour 100cm³ de bleu de méthylène...	$\frac{6,4}{40}$	$\frac{3,5}{40}$
1g de coton pour 100cm³ de bleu de méthylène........	$\frac{16,8}{30}$	$\frac{10,2}{30}$
1g d'amiante pour 50cm³ de bleu de méthylène........	$\frac{21,3}{30}$	$\frac{10,4}{30}$
1g d'amiante pour 100cm³ de rouge Congo..........	$\frac{17,4}{20}$	$\frac{13,3}{20}$
1g d'amiante pour 50cm³ d'orangé nº 3..............	$\frac{13,1}{30}$	$\frac{7,95}{30}$
1g de kieselguhr pour 20cm³ d'orangé nº 3...........	$\frac{10,0}{30}$	$\frac{4,9}{30}$
1g d'amiante pour 100cm³ de bleu de nuit............	$\frac{15,8}{20}$	$\frac{7,2}{20}$
10g de sable pour 25cm³ de bleu de nuit..........	$\frac{12,8}{20}$	$\frac{3,6}{20}$

L'accroissement de l'adsorption provoqué par l'addition de chlorure de sodium est donc manifeste. On peut, d'ailleurs, d'une façon qualitative, mettre cette action en évidence par une méthode très simple. Il suffit de

répéter les expériences décrites par MM. Decharme [1] et Goppelsroder [2] consistant à suspendre verticalement des bandes de papier-filtre dont l'extrémité plonge dans une solution de matière colorante. L'eau s'élève jusqu'à un certain niveau tandis que la hauteur atteinte par la matière colorante n'est pas nécessairement la même. Mais, dans tous les cas, la différence observée est augmentée dans des proportions considérables si à la solution de matière colorante on ajoute du chlorure de sodium.

J'ai opéré avec le rouge Congo, l'alizarine viridine, le bleu de nuit et le bleu de méthylène. Les résultats sont particulièrement nets dans le cas du rouge Congo.

	Différence de niveaux. mm
Solution pure de rouge Congo	1,5
Solution additionnée de 0,1 pour 100 de chlorure de sodium	2
» 0,2 »	5
» 0,5 »	13

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés thermiques des diverses variétés de sélénium.* Note [3] de M. P. MONDAIN-MONVAL, présentée par M. Henry Le Chatelier.

De même que le soufre, le sélénium se présente sous plusieurs formes allotropiques. On en distingue généralement trois principales que Saunders [4] a signalées sous les dénominations suivantes :

1° *Liquide* (comprenant les séléniums vitreux, amorphe et colloïdal).

2° *Cristallisée rouge* (comprenant probablement deux variétés).

3° *Cristallisée grise* ou *métallique*.

Ces trois variétés peuvent exister à la température ordinaire, mais seule la variété grise ou métallique est stable à toutes les températures depuis la température ambiante jusqu'au point de fusion à 217°. Les deux autres formes au contraire sont instables, la forme cristallisée rouge représentant un état intermédiaire entre le sélénium amorphe et le sélénium métallique. La forme vitreuse et la forme cristallisée rouge n'ont pas tendance à se transformer en la variété métallique à la température

(1) DECHARME, *Annales de Chimie et de Physique*, 29, 1873, p. 415, et 3, 1874, p. 417.

(2) *Verhandl. der Naturforsch. Gesellsch. zu Basel*, 19, 1907, Heft 2.

(3) Séance du 7 juin 1926.

(4) SAUNDERS, *Phys. Chem.*, 4, 1900, p. 423.

ordinaire, mais si l'on élève la température respectivement à 90° et à 130°, la transformation s'effectue avec un dégagement de chaleur très notable.

Il m'a paru intéressant de tracer le diagramme thermique du sélénium en déterminant les chaleurs spécifiques et les chaleurs d'échauffement de ses diverses variétés dans leurs zones de stabilité, ainsi que les effets thermiques mis en jeu par la transformation en sélénium métallique des variétés vitreuse et cristallisée rouge. Il n'existe en effet à ce sujet dans la littérature qu'un très petit nombre de données, pour la plupart anciennes, et, en ce qui concerne les chaleurs de transformation, inexistantes ou tout à fait discordantes entre elles et particulièrement sujettes à caution ([1]).

La méthode utilisée a été indiquée dans une Note précédente ([2]) relative à une étude calorimétrique du soufre visqueux. Une ampoule en pyrex contenant 18^g de sélénium est portée à la température T°, puis projetée dans l'eau d'un calorimètre. L'ampoule et son contenu s'y refroidissent jusqu'au voisinage de 17°. De l'élévation de température du calorimètre, on déduit la quantité de chaleur cédée par le sélénium.

Dans ma série d'expériences relatives au sélénium métallique, la température T° a varié de 60° à 330°. Au-dessous du point de fusion (217°), le sélénium restait sous sa forme initiale, c'est-à-dire cristallisée grise pendant le refroidissement très rapide dans le calorimètre. Lorsque, au contraire, le sélénium avait subi la fusion, il donnait par la trempe du sélénium vitreux, lequel possède des chaleurs de refroidissement et des chaleurs spécifiques très différentes de celles du sélénium métallique. Quant au sélénium cristallisé rouge, il ne peut exister qu'au-dessous de 120°. Il en résulte que j'ai dû tracer trois courbes différentes de chaleurs de refroidissement :

a. Celle du sélénium métallique, de 60° à 217°.

b. Celle du sélénium cristallisé rouge, de 50° à 80°.

c. Celle du sélénium vitreux, de 50° à 80°, et de 217° à 330°.

Ces trois branches de courbe figurent sur le graphique suivant où j'ai porté en abscisses les températures initiales T° auxquelles a été porté le sélénium, et en ordonnées la chaleur de refroidissement correspondante. La différence des ordonnées de deux points des courbes ayant même abscisse représente à l'échelle du graphique la chaleur de transformation.

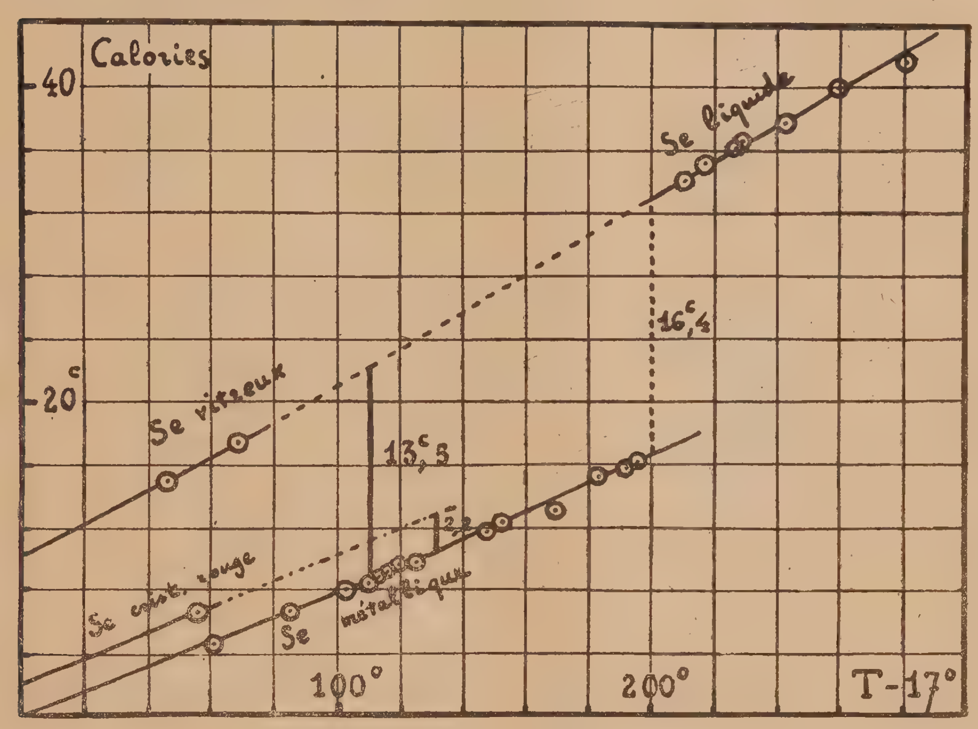
J'ai déterminé directement au calorimètre cette chaleur de transformation du sélénium vitreux et du sélénium cristallisé rouge en sélénium métallique en faisant de la calorimétrie à température élevée (130° et 150°). J'utilisai pour cela un vase de Dewar, renfermant comme liquide calorimétrique 125$^{cm^3}$ d'huile de vaseline, placé à l'intérieur d'un four électrique à axe vertical. On y introduisait une ampoule renfermant du sélénium vitreux. Le calorimètre cédait d'abord au sélénium une certaine quantité de chaleur pour l'amener à la température de 130°. La transformation s'effectuait alors avec dégagement de chaleur et de l'échauffement final du calorimètre on déduisait l'effet thermique dû à la transformation. Après l'expérience, le sélénium réduit en

---

([1]) Fabre, *Ann. Chim. et Phys.*, 6e série, **10**, 1887, p. 472 et Petersen, *Zeits. phys. Chem.*, **8**, 1891, p. 612.

([2]) P. Mondain-Monval, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 58.

poudre, avait une densité de 4,78, ce qui correspondait bien à une transformation totale en la variété cristallisée grise [1].



Chaleurs de refroidissement du sélénium.

J'ai ainsi obtenu les résultats suivants :

Chaleur de transformation à 130° du sélénium vitreux en sélénium métallique (4 expériences) .... 13,5 cal : gr.

Chaleur de transformation à 150° du sélénium cristallisé rouge en sélénium métallique (2 expériences) [2] .... 2,2 cal : gr.

Ces effets thermiques varient évidemment avec la température. C'est ainsi que la chaleur de transformation du sélénium vitreux en sélénium métallique peut être calculée à chaque température au moyen de la détermination faite à 130° et des chaleurs spécifiques des deux variétés. Elle augmente avec la température.

A 217°, température de fusion, elle se confond avec la chaleur de fusion et est de 16,4 cal : gr.

La chaleur spécifique vraie est donnée par la pente de la tangente à la courbe en chaque point. La chaleur spécifique moyenne du sélénium métallique entre 15° et 217°

---

(1) Coste, *Comptes rendus*, 149, 1909, p. 674.

(2) Pour ce sélénium cristallisé rouge, $d = 4,41$.

est de 0,084, et celle du sélénium liquide au-dessus de 217° est de 0,118. Celle du sélénium cristallisé rouge est de 0,082, de 15° à 75°. Elle est donc supérieure à la chaleur spécifique moyenne du sélénium métallique qui n'est que de 0,078 dans le même intervalle de température.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'absorption dans l'ultraviolet d'un couple d'isomères.* Note [1] de MM. A. Kirrmann et H. Volkringer, présentée par M. A. Cotton.

Lorsqu'on fait une étude comparée d'isomères de position, il peut être intéressant de confronter les méthodes purement chimiques avec les méthodes physiques susceptibles de donner des renseignements sur les liaisons entre atomes. En particulier, on peut espérer tirer quelques conclusions de l'étude des spectres d'absorption.

S'il est difficile de déduire de la connaissance des bandes d'absorption des données précises sur les liaisons, on peut du moins trouver des relations entre les variations de ces données et celles de l'absorption.

Nous avons étudié dans ce but les deux heptènes monobromés :

$$(I)\quad C^5H^{11}-CH=CHBr \qquad \text{et} \qquad (II)\quad C^5H^{11}-CBr=CH^2.$$

Les deux produits ont des propriétés extrêmement voisines, sauf toutefois en ce qui concerne leur point d'ébullition. Chacun a été préparé par une méthode particulière donnant des garanties de structure. Le produit (I) est cependant le mélange des deux isomères géométriques. Voici leurs constantes :

	$Éb_{11}$.	d_4^{21}.	n_D^{21}	R_m trouvée.	R_m théorique.
I..........	54-56	1,1581	1,4612	41,95	41,80
II.........	46,0-46,2	1,1598	1,4590	41,71	41,80

Pour la détermination des coefficients d'absorption on a utilisé une méthode de photométrie photographique. La source lumineuse était constituée par une étincelle condensée éclatant dans l'air entre électrodes de zinc, cadmium ou argent. Les cuves, en quartz, avaient des épaisseurs variant de $0^{mm},02$ à 2^{mm} et contenaient soit le liquide pur, soit des solutions dans l'alcool méthylique. L'appareil dispersif était constitué par un spectrographe à deux prismes de quartz et 1^m de foyer.

---

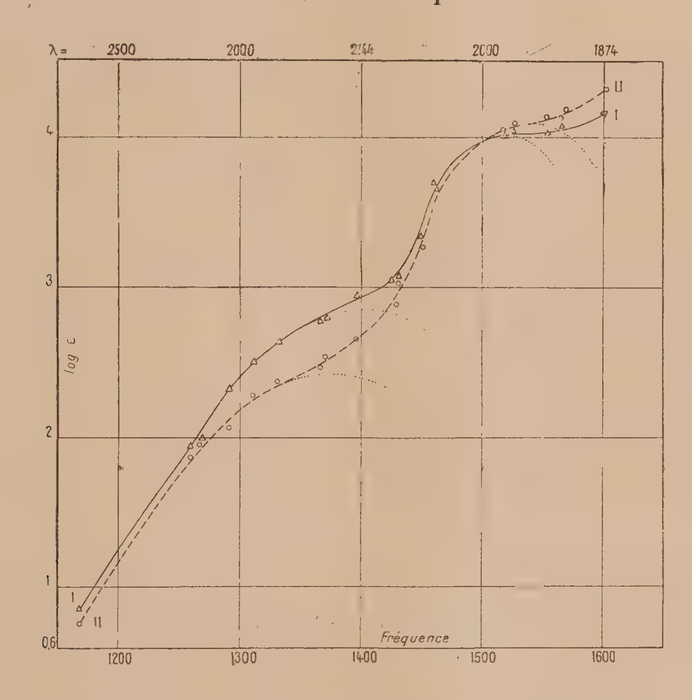
[1] Séance du 7 juin 1926.

On a fait, sur un même cliché, une série de spectres à temps de pose variable sans liquide absorbant, puis pour chacun des bromures une série analogue après interposition du liquide absorbant.

Les clichés ont été étudiés au moyen du microphotomètre de MM. Lambert et Chalonge ([1]).

La comparaison des courbes de noircissement permet d'obtenir le rapport des temps de pose à noircissement égal. En appliquant la loi de Schwarzschild $it^p = i_0 t_0^p$ on en déduit le rapport des intensités. Une étude préalable des plaques utilisées nous avait donné la valeur de p.

La figure ci-dessous donne les courbes du logarithme du coefficient d'absorption moléculaire ε en fonction de la fréquence ν.



Chacune des deux courbes présente deux points d'inflexion, auxquels on peut faire correspondre des maxima élémentaires. MM. Errera et Victor Henri ([2]) ont déjà étudié un homologue inférieur du bromure I et leur courbe, en concordance avec la nôtre, laisse prévoir un maximum dans la région où elle s'arrête (2100 Å).

([1]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 924.
([2]) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 548.

Les maxima élémentaires fournis par les points d'inflexion correspondent aux régions suivantes :

Bromure I........................... 2125 et 1975 Å.
Bromure II.......................... 2170 et 1950 Å

La différence des coefficients d'absorption, généralement faible, change de sens vers 1980 Å. Lorsqu'on passe du bromure I au bromure II, le maximum élémentaire est décalé vers les grandes longueurs d'onde pour la première bande et vers les petites longueurs d'onde pour la deuxième.

Les courbes ressemblent beaucoup à celles que M. Victor Henri a décrites pour les acides éthyléniques. Il indique une première bande située entre 2100 et 2600 qui correspond bien à la première des nôtres ainsi qu'à des maxima rencontrés par différents auteurs dans l'étude des composés à double liaison.

Les forces de liaison d'un vibrateur variant dans le même sens que sa fréquence propre et, par conséquent, que la fréquence de son maximum élémentaire, nous pensons que la double liaison est plus solide pour II que pour I.

Le deuxième maximum, subissant un décalage en sens contraire, ne nous semble pas devoir être attribué à cette même fonction, mais plutôt à la fonction bromure. La liaison entre brome et carbone serait donc moins solide pour le bromure I, ce qui est d'accord avec le fait expérimental que le brome terminal est chimiquement plus mobile. Nous pouvons constater que cette interprétation est conforme à la théorie de l'affinité variable suivant laquelle au relâchement d'une liaison correspond un resserrement des autres liaisons du même atome.

CHIMIE ANALYTIQUE — *Dosage du sodium; nombreuses applications.* Note [1] de MM. **L. Barthe** et **E. Dufilho**, présentée par M. A. Desgrez.

Le dosage du sodium au moyen du sel de Frémy, n'a jamais été appliqué couramment, même après la modification apportée par Bougault [2], et la détermination du sodium dans tous les liquides et les tissus qui le renferment a été le plus souvent négligée, ou déduite par différence des combinaisons où on l'avait engagé, et dont les autres éléments étaient susceptibles

---

[1] Séance du 7 juin 1926.

[2] J. Bougault, *Journ. Phar. et Chim.*, 21, 1905, p. 437.

d'être dosés. M. A. Blanchetière [1] qui a envisagé le dosage du sodium dans le sang, a utilisé, dans ce but, la précipitation indiquée par Streng, du sodium en solution acétique, à l'état d'acétate triple d'uranium, de magnésium et de sodium, de formule :

$$3UO^2(C^2H^3O^2)^2 + Mg(C^2H^3O^2)^2 + NaC^2H^3O^2, 9H^2O,$$

sel tout à fait insoluble dans le mélange précipitant d'acétate d'uranium et d'acétate de magnésium qui lui a donné naissance. Le poids moléculaire élevé de ce sel, 1552, en fait une combinaison de choix pour une détermination quantitative.

La méthode indiquée par A. Blanchetière est d'une application délicate à cause de l'outillage spécial qu'elle exige, aussi n'a-t-elle pas été généralisée. Toutefois le dosage du sodium conduit à des conséquences très intéressantes. En utilisant les modifications apportées par nous à cette méthode, celle-ci devient d'une application facile et très exacte. Il importe toutefois d'opérer en l'absence de matières organiques et de phosphates, comme l'a indiqué A. Blanchetière dans ce dernier cas.

On suivra à la lettre les indications de A. Blanchetière pour la préparation des liqueurs d'acétate d'uranium et d'acétate de magnésium. Toutefois le commerce ne livrant pas d'acétate de magnésium pur et sec, on peut préparer aisément ce sel à l'état sirupeux : on dose le sel anhydre après évaporation de 10^{cm^3} du liquide. Par des artifices de manipulations que nous indiquerons ailleurs, nous évitons la lente filtration du liquide sur creuset de Gooch, sous pression réduite.

En opérant sur des solutions titrées de chlorure de sodium, nous pouvons confirmer l'exactitude des résultats obtenus antérieurement par A. Blanchetière. Deux cas peuvent se présenter dans l'application de la méthode :

1° Le liquide ne renferme ni matières organiques, ni phosphates.

La précipitation du sodium se fait en suivant exactement les indications de A. Blanchetière.

2° Le liquide renferme à la fois des matières organiques et des phosphates, ce qui est le cas le plus général. Les matières organiques seront, ou précipitées par les méthodes les plus appropriées, ou détruites par la méthode nitrosulfurique, sans addition de $KMnO^4$.

Pour la précipitation intégrale de l'acide phosphorique, nous donnons la préférence, après de nombreux essais, à la méthode de précipitation à chaud

---

[1] *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 33, 1923, p. 807.

par la liqueur d'uranium, parce qu'elle évite une trop grande dilution de la liqueur primitive.

I. *Dosage du sodium dans les eaux minérales.* — On n'a jamais dosé directement le sodium dans les eaux minérales, et on l'a déduit en général du chiffre du chlore; on l'a ensuite associé arbitrairement, et par affinité chimique relative, aux divers cathions. Il s'ensuit donc, comme on peut le voir ci-après, que tous les tableaux indiquant la composition des eaux minérales ne correspondent pas à la réalité, et qu'ils doivent être entièrement révisés.

Ainsi dans une source froide de Vichy, nous avons trouvé 1,4064 de sodium par litre. Le tableau d'analyse de cette eau indique :

$NaHCO^3$	3,309	correspondant à	1,300	de sodium
NaCl	0,383	»	0,1505	»
SO^4Na^2	0,243	»	0,070	»
		soit	1,5285	»

chiffre qui s'éloigne de 1,4064 chiffre de sodium trouvé par nous directement.

On constate des erreurs bien plus grossières dans certaines analyses.

II. *Dosage du sodium dans le lait. Application aux laits bicarbonatés et bichromatés.* — Pour doser le sodium dans un lait, on précipite la caséine par de l'acide chlorhydrique à froid. Après filtration, on neutralise l'excès de HCl par NH^3; on acidule ensuite avec quelques gouttes d'acide acétique; on ajoute un léger excès du réactif A de Blanchetière. On porte à l'ébullition, puis on laisse refroidir. On mesure le volume sans filtrer; on filtre et l'on recueille une partie du filtratum correspondant à une quantité connue de lait primitif. On ajoute alors au filtrat prélevé, 10 fois son volume du réactif urano-magnésien complet. On agite et on laisse reposer une demi-heure. On filtre sur double filtre de $0^m,10$ de diamètre. Le filtre est lavé avec le réactif de Blanchetière, puis avec de l'alcool à 95°. On met à l'étuve à $+110°$ pendant une demi-heure et l'on pèse. Le poids p de sel de Streng, divisé par 60,43 (chiffre correspondant à 1^g de sodium), fournit le poids de sodium contenu dans la quantité prélevée.

Le dosage du sodium dans des laits normaux provenant d'une ou de plusieurs vaches, au commencement et à la fin de la traite, nous a donné des chiffres variant de 0,345 à 0,484 par litre.

Dans un lait bicarbonaté, chaque gramme de $NaHCO^3$ ajouté apporte un supplément de $0^g,2738$ de sodium. Par conséquent, chaque fois qu'un dosage de sodium dans du lait excédera $0^g,50$, ledit lait sera considéré comme additionné d'un sel de sodium. Si l'on veut exprimer le sodium en $NaHCO^3$, on multiplie la quantité de sodium excédant $0^g,50$ par 3,652.

Dans un lait bicarbonaté et bichromaté, le chrome sera précipité par ébullition prolongée en présence d'un grand excès de NH^4Cl obtenu par saturation de HCl en excès nécessaire pour la précipitation préalable de la caséine. On filtre après refroidissement, et l'on continue comme il a été indiqué plus haut.

Cette méthode permet donc de déceler l'addition de bicarbonate de

sodium dans le lait, fraude qui a des conséquences désastreuses quand ce lait sert à l'alimentation des nourrissons.

Le dosage du sodium par cette méthode peut être appliqué à tous les liquides biologiques. Dans l'urine d'un jeune homme sain et robuste, nous avons trouvé $3^g,26$ de sodium par litre.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le déferrage des mattes de cuivre et de nickel.* Note [1] de M. B. BOGITCH, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Les chaleurs de formation des oxydes Cu^2O, NiO et FeO sont respectivement 40,08; 57,9 et 65,7 calories. L'oxydation du fer dégage donc moitié plus de chaleur que celle du cuivre. En partant de ce fait, on suppose souvent que lors du déferrage des mattes de cuivre au convertisseur, l'oxydation du cuivre ne peut avoir lieu qu'après l'élimination totale du fer. Mais comme les scories obtenues au convertisseur contiennent toujours du cuivre, on explique sa présence par l'entraînement mécanique des globules de matte dans des scories insuffisamment fluides. Certaines publications [2], dues à des praticiens, semblent confirmer cette hypothèse : on y relève des analyses de scories dont les teneurs en cuivre ne varient presque pas du commencement à la fin du déferrage, bien qu'elles varient d'une usine à l'autre employant pourtant le même procédé.

Dans mes recherches sur cette question, je me suis servi de mattes de cuivre et de nickel, réduites en poudre et fondues en présence de SO^4Na^2 et de sable, intimement mélangés au métal, le sulfate de soude jouant le rôle d'oxydant.

Pour éliminer les irrégularités de composition dues à l'entraînement des globules des mattes, la scorie porphyrisée a été traitée avant l'analyse, pendant quelques secondes, par AzO^3H concentré qui dissout instantanément la matte, mais dont l'action sur les silicates est très lente.

Les résultats que j'ai obtenus sont résumés dans le diagramme ci-après. Sur l'axe des X sont portées les teneurs en fer des mattes après la fusion. Sur l'axe des Y les rapports correspondants des teneurs de cuivre et de nickel, dans les scories, à leurs teneurs en fer.

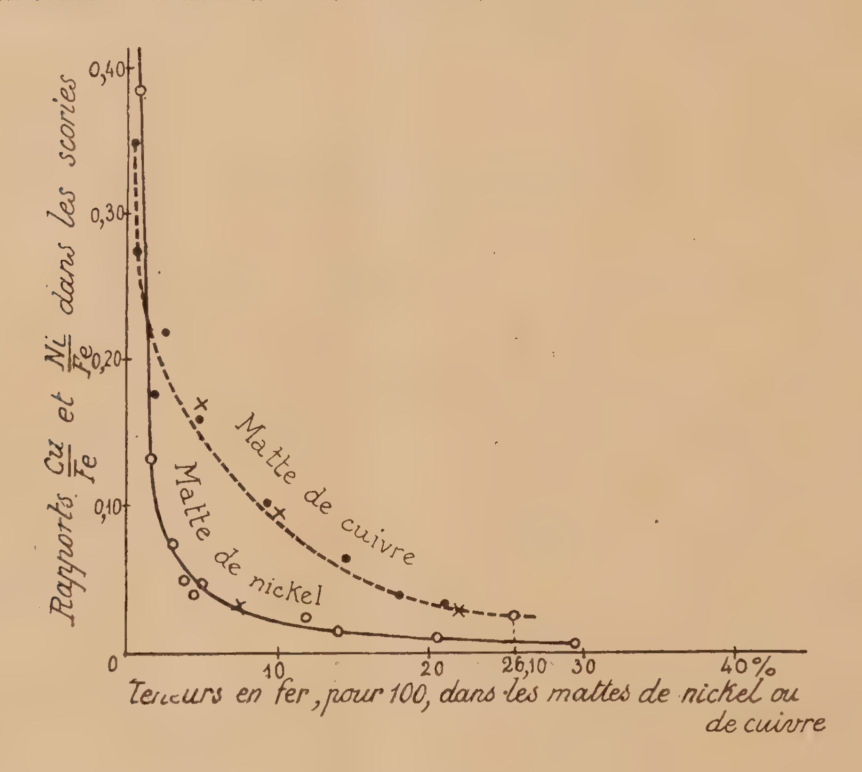
---

[1] Séance du 31 mai 1926.

[2] Voir, entre autres, le Mémoire très substantiel de KOLASNIKOW : *Traitement des mattes de cuivre* (*Revue de Métallurgie*, 11, 1914, p. 527).

L'examen de ces courbes conduit aux observations suivantes :

1. Le cuivre et le nickel s'oxydent bien pendant le déferrage et en proportions d'autant plus fortes que l'élimination du fer est plus avancée. Ceci est en conformité absolue avec la loi de l'action des masses.



2. Quoique l'oxydation du nickel dégage plus de chaleur que celle du cuivre, les pertes par oxydation dans les scories, pour les mattes de nickel, sont plus faibles pendant presque toute la durée du déferrage. Cette anomalie est due à une grande différence entre les chaleurs de décomposition de Cu^2S et NiS. Ainsi le cuivre fondu n'agit pas sensiblement sur SO^2; la teneur de sa matte en soufre baisse continuellement avec le progrès du déferrage : de 26-24 pour 100 au début, elle tombe à 19 pour 100 à la fin de l'opération. Pour le nickel, c'est le contraire qui a lieu puisque la teneur en soufre de la matte croît de 15-17 pour 100 à 25-27 pour 100, le nickel fondu décomposant en effet SO^2.

L'allure des courbes montre cependant que l'enlèvement des dernières traces de fer est bien plus difficile dans la matte de nickel, ce que confirme l'expérience industrielle.

3. Plus la scorie de déferrage est acide (visqueuse), plus les pertes par entraînement sont grandes. Mais les pertes par oxydation, rapports $\frac{NiO}{FeO}$ et $\frac{Cu^2O}{FeO}$ dans les scories, ne changent pas. Les points en croix sur les courbes se rapportent, en effet, à des scories très acides, contenant près de 65 pour 100 de SiO^2. Pour les autres points, cette proportion varie de 30 à 40 pour 100.

4. Ces courbes permettent de calculer approximativement les rendements du déferrage, c'est-à-dire la proportion du métal déferré au métal mis en œuvre. Faisons ce calcul pour une matte de cuivre à 48 pour 100 de Cu et à 26,10 pour 100 de Fe, transformée en sulfure de cuivre à 0,10 pour 100 de Fe (points extrêmes sur la courbe).

L'aire comprise entre l'abscisse, la courbe et les ordonnées correspondant aux points extrêmes est 9^{cm^2} environ, représentant la valeur des pertes en cuivre au cours du déferrage. L'échelle étant de 1^{cm^2} pour 0,250 pour 100 de cuivre perdu, le rendement de déferrage est $100 - \frac{9 \times 0,250}{48} \times 100 = 95,4$. Ce chiffre est un peu plus élevé que celui qu'on obtient industriellement dans les meilleures usines, employant le procédé basique et où le rendement des convertisseurs peut atteindre 94-95 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux γ glycols α éthyléniques stéréoisomères.* Note de M. Charles Prévost, présentée par M. Moureu.

Dans une précédente Communication (¹) j'ai décrit une méthode permettant d'obtenir aisément le pentadiène 1.3 assez pur.

Le carbure obtenu contient au moins 95 pour 100 de pentadiènes 1.3 (mélange sans doute des deux isomères *cis* et *trans* dont l'un bouillirait à 39°, l'autre à 42°,5), mais aussi quelques carbures isomériques dont j'avais mis la présence en évidence par le précipité que le carbure brut donne avec le chlorure mercurique aqueux, et dont M. J.-M. Dumoulin a démontré l'existence par la présence d'acide propionique dans les produits d'oxydation (²).

La purification du carbure par distillations fractionnées faisant perdre

(¹) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 853.
(²) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 974.

des quantités notables de matière, c'est sur le carbure brut que j'ai fixé deux atomes de brome par molécule pour transformer le pentadiène 1.3 en 1.4-dibromopentènes 2. L'action du brome sur les carbures étrangers m'a d'ailleurs permis de les identifier.

Cette fixation du brome, effectuée à — 20° en solution dans le tétrachlorure de carbone, a donné en majeure partie le bromure

$$CH^2Br - CH = CH - CHBr - CH^3$$

bouillant à 87° sous 12^{mm}; $n_D^{15} = 1,5523$; $d_4^{15} = 1,7482$; R. M. = 41,69 (la théorie voudrait 40,47). On a donc ici une exaltation de 1, 2, mais sur de nombreux bromures α éthyléniques, y compris le bromure d'allyle j'ai trouvé des exaltations voisines de 0,6 par Br en α par rapport à une liaison éthylénique. Ce bromure semble être l'isomère *trans*.

L'isomère *cis* existe dans les têtes, mais accompagné de bromures isomériques à points d'ébullition assez voisins, de sorte que je n'ai pas pu l'isoler à l'état pur; néanmoins la portion bouillant de 70 à 74° sous 12^{mm}, dont voici les constantes :

$$n_D^{21°,5} = 1,5247, \quad d_4^{21°,5} = 1,689, \quad \text{R. M.} = 41,33,$$

et qui est la plus abondante, semble constituée en majeure partie par cet isomère *cis*; la présence d'isomères à réfraction moléculaire normale abaisse son exaltation.

Les bromures *cis* et *trans* ne cristallisent pas; leur analyse est bonne. Je les ai traités séparément par l'acétate de soude en solution acétique et j'ai eu ainsi principalement :

Une acétine *cis* :

$$CH^3CO^2 - CH = CH - CH(CO^2.CH^3) - CH^3,$$

bouillant à 104°,5 sous 14^{mm}, dont voici les constantes :

$$n_D^{15} = 1,4430; \quad d_0^{15} = 1,0482; \quad \text{R. M.} = 47,03 \text{ (la théorie veut 46,87).}$$

Une acétine *trans* :

$$\text{Éb. } 115° \text{ sous } 14^{mm}; \quad n_D^{17} = 1,4410; \quad d_4^{17} = 1,0471; \quad \text{R. M.} = 46,91.$$

En outre, avec le bromure *cis* j'ai obtenu un mélange de deux corps bouillant vers 60° sous 12^{mm} dont un grand nombre de distillations m'a permis de séparer une fraction 55°-56° et une fraction 60°-61° sous 12^{mm}. La

première bout sous 760^{mm} à 161°. C'est le point prévu pour le corps

$$CH^3CO^2 - CH^2 - C \equiv C - CH^2 - CH^3$$

encore inconnu. J'ajoute que cette fraction précipite le chlorure mercurique aqueux, et que son analyse y fait admettre 83 pour 100 de l'acétine en question et 17 pour 100 du bromure suivant :

$$CH^3 - CBr = CBr - CH^2 - CH^3$$

qui constitue en majeure partie la seconde fraction. Son point d'ébullition et le fait qu'il n'agit pas sur l'acétate de soude font admettre provisoirement pour lui la formule ci-dessus.

Les carbures isomères du pentadiène 1.3 seraient donc : 1° l'éthylallène qui aurait fixé en 1.2 deux atomes de brome; le brome primaire sous l'influence de l'acétate de soude a donné une acétine, l'autre est parti sous forme d'hydracide; 2° la pentine 2 dont le dibromure, éthylénique, est insensible à l'action de l'acétate de soude.

La saponification des acétines a été effectuée par la baryte. Une quantité calculée d'acide sulfurique a ensuite précipité la majeure partie des sels métalliques, à l'état de sulfate de baryum, mais pas la totalité; les glycols en présence d'eau donnent avec ce sel un colloïde qui flocule lorsqu'on chasse cette eau en un gel réversible qui retient énergiquement les glycols; ceux-ci en ont été extraits par distillation dans le vide; voici leurs constantes :

Glycol *cis*...	Éb. 108°,5 sous 14^{mm}	$n_D^{17} = 1,4633$	$d_4^{17} = 1,0146$	R. M. = 27,72
Glycol *trans*.	Éb. 125°,5 sous 14^{mm}	$n_D^{17} = 1,4730$	$d_4^{17} = 1,0234$	R. M. = 27,81

La réfraction moléculaire théorique est 27,76. Très visqueux, ces glycols, surtout le second, sont peu solubles dans l'éther, incongelables, miscibles à l'eau et à l'alcool. Ils ont été analysés ainsi que leurs acétines.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de trois nappes de charriage dans le Rif méridional.* Note de M. **P. Russo**, transmise par M. Ch. Depéret.

Lors des dernières avances des troupes au nord de Fez et de Taza, il m'a été possible d'étudier des régions encore inexplorées des géologues. J'ai pu constater, suivant une ligne continue allant de Teroual (sud-est d'Ouezzan) à Bab Moroudj (nord de Taza), la présence d'une série de pointements de

calcaires liasiques reposant en contact anormal soit sur des assises chattiennes à *Lépidocyclines*, soit sur des assises helvétiennes à *Pecten Fuchsi*, soit sur des assises schisteuses grises et vertes offrant le faciès du Flysch à helminthoïdes de la région briançonnaise. Des lentilles de gypse, d'argiles rouges, de grès, de cargneules appartenant au Trias et accompagnées de masses parfois très importantes de diabases ophitiques, s'intercalent en nombre de points entre les assises liasiques et les couches sur quoi elles reposent. Des venues métallifères avec pyrites, malachite, fer oligiste, etc., accompagnent cette ligne de calcaires liasiques (notamment à Aïn Aïcha, Sof Raïlane). Les pointements de Lias sont séparés les uns des autres par des vallées d'érosion ou des accumulations d'éboulis, mais appartiennent à un même ensemble. Quelques-uns cependant, un peu plus méridionaux que la ligne générale qu'ils dessinent, se montrent comme des klippes. Leur ensemble forme une concavité assez régulière regardant vers le Nord-Est. Il s'agit là d'une nappe continue plus septentrionale que celles connues plus au Sud. Un de ses éléments a déjà été figuré dès 1920 sur la carte géologique provisoire du Maroc de Louis Gentil; mais, à cette époque, il était impossible de rattacher cet élément à ceux qui l'accompagnent à l'Est et à l'Ouest; il est désigné sous le nom de Moulay Bou Chta (c'est la montagne actuellement connue sous le nom de Djebel Amergou). Toute la ligne des sommets appelés par les indigènes, les Sof, et qui court depuis le Bibane à l'Ouest jusqu'au Tamdert à l'Est sur une centaine de kilomètres, constitue la partie essentielle de la nappe.

Plus au Nord, une nappe plus importante apparaît; elle est constituée par toute la masse des calcaires liasiques puissants de 200 à 400^{m} qui forment les hautes montagnes de la région des Oulad Ghezzar et se continuent vers l'Est par les Senhadja, les Djebels Teirara, Taïnest, Aïn Aokka, Tizeroutine. Elle repose sur les mêmes terrains et dans les mêmes conditions que la précédente. Elle est elle-même surmontée par une troisième nappe plus septentrionale encore, mais dont je n'ai pu étudier que la partie orientale, constituée par le Djebel Azrou Akechar et le massif du Baïo. Toutes trois reposent sur des terrains tertiaires plus ou moins laminés, et la plus méridionale repose sur la nappe inférieure (nappe Trias-Éocène de M. Daguin) qui flotte elle-même sur l'Helvétien des vallées de l'Innaouen et du Sebou et sur les terrains secondaires et nummulitiques du Kefs, de l'Outita, du Zerhoun et du Zalagh. L'ensemble serait ainsi formé de quatre nappes empilées, venues du Nord-Est et dont le front, peu incurvé dans le nord du pays, le devient de plus en plus en avançant vers le Sud,

poussant devant lui un bourrelet de l'Autochtone en forme de V assez aigu, dont la branche Nord-Sud est représentée par le Tselfat, la branche Sud-Ouest-Nord-Est par le Zerhoun et le Zalagh. Cette forme angulaire paraît due à l'insinuation des terrains poussés du Nord-Est vers le Sud-Ouest entre le massif ancien de Touahar (ouest de Taza) et un massif hypothétique situé sous les dépôts de la côte atlantique dans la région de Larache et continuant la direction des alignements hercyniens connus en Chaouia septentrionale.

Observations de M. **Pierre Termier** *sur la Note précédente de M.* P. Russo.

La Note qui précède nous donne des renseignements d'une très haute importance sur la structure de la région encore inexplorée du Rif. Mais, pour ce qui concerne la région prérifaine à partir du Djebel Amergou et jusqu'au bord nord de la plaine pliocène Fès-Meknès, je crois que l'auteur l'eût rédigée un peu différemment s'il avait eu connaissance des observations faites, de 1923 à 1925, par M. Daguin. Ces observations ont été, il y a quelques jours, communiquées au Congrès géologique international réuni à Madrid; et le Congrès a pris connaissance de la carte géologique, très précise et très détaillée, de toute la région prérifaine, levée par M. Daguin. C'est M. Daguin qui a établi, d'une façon qui me paraît définitive, l'existence de la nappe Trias-Éocène et l'indépendance complète, par rapport à cette nappe, des massifs, ridés et plissés, mais à coup sûr autochtones, du Kefs, de l'Outita, du Tselfat, du Zerhoun et du Zalagh. M. Daguin a également émis, devant le Congrès géologique, l'hypothèse de la présence d'un massif ancien *sous* la côte atlantique, massif déterminant, avec le massif de Touahar, la forme angulaire du bourrelet poussé par la nappe.

Les découvertes de M. Russo se raccordent ainsi parfaitement à celles de M. Daguin; elles agrandissent beaucoup vers le Nord l'étendue du pays de nappes; elles nous permettent d'espérer que nous connaîtrons bientôt la position des racines d'où sont sorties toutes ces unités charriées vers le Sud, et que nous pourrons répondre prochainement à la question tectonique posée par moi il y a vingt ans : le Rif a-t-il une structure en éventail ? ou bien les nappes de la Sierra-Nevada, qui sont charriées au Nord, ont-elles leurs racines sur la côte espagnole de la Méditerranée ?

HYDROLOGIE. — *Radioactivité et composition chimique des eaux minérales du Hammam des Ouled Ali.* Note de MM. **Pouget** et **Chouchak**, présentée par M. Ch. Moureu.

Les sources thermales du Hammam des Ouled Ali se trouvent dans le département de Constantine, à $12^{km},400$ au nord-ouest de Guelma.

Elles sourdent sur les dernières pentes du Koudiat Bayada. Leurs eaux, très abondantes, se jettent dans un ruisseau qui prend alors le nom de Oued Ali.

Elles sont au nombre de 5. Une seulement est captée et utilisée, surtout par la population indigène, auprès de laquelle ses propriétés curatives pour les affections rhumatismales sont très renommées. Le griffon n'étant pas accessible, les échantillons ont été prélevés à la sortie du tuyau d'amenée de l'eau dans la piscine : sa température est alors de 44°,5, sa résistivité de 733 ohms à 18°. Elle est radioactive, elle a donné 28,2 millimicrocuries de radon.

A l'ouest de cette première source s'en trouvent, actuellement, deux autres, dont le débit est très abondant; les eaux de l'une d'entre elles actionnent un moulin. Celle-ci a la température de 52°, une résistivité de 755 ohms et donne 5,4 millimicrocuries de radon. L'autre a la température de 58°,5; sa résistivité est de 843 ohms; sa radioactivité de 1,7 millimicrocurie.

Une quatrième source, peu abondante, joint ses eaux à celles qui actionnent le moulin; sa température est de 56°,5.

La cinquième source se trouve à l'est de la source captée; sa température est 49°, sa résistivité est la même que celle de la source captée : 733 ohms; mais sa radioactivité est plus faible : 6,4 millimicrocuries.

Au moment où l'établissement a été construit, c'est certainement la source qui avait le plus de renommée auprès des indigènes qui a été captée, et il est intéressant de constater que c'est la plus radioactive de toutes.

L'analyse de la source captée et celle de la source du moulin (El Sendouk et El Kalaïa d'après le Service des Mines) ont donné les résultats suivants (date du prélèvement : 13 octobre 1924) :

	Source captée.	Source du moulin.
Température (en degrés C.)	44,5	52,0
Radon (en millimicrocuries)	28,2	5,4
Résistivité en ohms	733	755
Résidu fixe à 180° (par litre)	1,264	1,220
» au rouge	1,108	1,092

	Source captée.	Source du moulin.
Alcalinité totale (en HCl N) (en cm^3)	5,8	6,3
» permanente	0,7	0,7
CO^3 total (en grammes)	0,480	0,615
CO^2 libre	0,103	0,174
CO^3 des carbonates neutres	0,174	0,189
Cl	0,0365	0,0365
SO^4	0,618	0,569
SiO^2	0,047	0,042
Ca	0,272	0,270
Mg	0,047	0,042
Na	0,053	0,055
K	0,009	0,006
$Fe^2O^3.Al^2O^3$	0,0025	0,001
Li	Néant	Néant
Mn	Traces	Traces
As	0,000019	-
P^2O^5	0,000023	-
Br, I, Cu, Zn, Co, Ni, Sn, Sb	Néant	-

Ce sont donc des eaux sulfatées calciques de compositions chimiques très voisines. Elles avaient été analysées, par Poncelet [1] du Service des Mines, il y a une soixantaine d'années, et plus tard, par Hanriot [2].

Poncelet avait trouvé 1,192 de résidu sec pour la première et 1,231 pour la seconde. Hanriot a trouvé 1,295 pour la source captée. Actuellement le résidu sec (à 180°) est 1,264 pour la première, et 1,220 pour la seconde : les différences sont relativement faibles, par contre, les teneurs en chlore diffèrent notablement : nous avons trouvé 0,0365 pour chacune d'elles, Hanriot 0,0426, et Poncelet 0,053 pour l'une, et 0,076 pour l'autre : elles sont donc moins chlorurées qu'autrefois.

Les deux sources principales non captées dégagent abondamment du gaz. Celui de la source du moulin a la composition suivante :

	Pour 100.
CO^2	19,6
N	80,4

Ce sont surtout les indigènes qui utilisent les propriétés éminemment curatives de ces eaux ; il est regrettable qu'aucune installation ne permette aux européens d'y faire un séjour un peu prolongé.

---

(1) Notice minéralogique par le Service des Mines du Gouvernement général de l'Algérie (1904).

(2) HANRIOT, *Les eaux minérales de l'Algérie* (Dunod, 1911).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les grandes perturbations électromagnétiques des quatre premiers mois de* 1926, *d'après les enregistrements de l'Observatoire de l'Èbre, Tortosa (Espagne)*. Note [1] de M. IGNACE PUIG, présentée par M. G. Bigourdan.

Les fréquentes et fortes perturbations électromagnétiques enregistrées pendant les quatre premiers mois de 1926 semblent être l'indice que nous approchons du maximum de l'activité solaire. Elles sont assez nombreuses; mais nous ne considérerons ici que les quatre plus fortes, celles des 26-28 janvier, 23-25 février, 5-6 mars, 14-17 avril. Nous parlerons aussi du début d'une autre, celle du 17 février.

Généralement, nos courants telluriques ont éprouvé des changements simultanés tout à fait semblables, surtout le courant N-S.

Les deux phénomènes sont-ils simultanés ou non ? Naturellement, toutes les perturbations ne se prêtent pas à cet examen, mais seulement celles qui débutent soudainement. Aussi nous avons prêté une attention spéciale à la comparaison des *débuts* des perturbations.

Parmi les quatre mentionnées, trois seulement ont eu un début soudain, et il en a été de même d'une autre moins forte, enregistrée le 17 février. Voici leurs heures de début, comparées aux heures de début des courants telluriques :

	17 février.	23-24 février.	5-6 mars.	14-17 avril.
	h m	h m	h m	h m
Déclinaison (D).........	22.15,35	16.25,1	10.3,5	14.1
Composante horiz. (H)..	22.16,35	16.26,1	10.3,5	14.1
» vert. (Z)....	22.16, 8	16.25,6	10.3,5	14.0,5
....	....	....	......	......
Courant tellurique N-S...	22.18	16.27	10.3,7	14.1,5

On voit que la perturbation électrique commence un peu après, contrairement à ce qui a été fréquemment remarqué, par exemple par Moureaux, Airy, Ellis et Garcia Mollá. Airy, en 1868, a conclu que les variations des courants telluriques précédaient celles des courants magnétiques, parfois de 30 minutes : c'est là une différence énorme, qui fait soupçonner un mauvais enregistrement.

Dans les perturbations considérées, nous avons les débuts à une demi-minute. C'est un même courant électrique qui allume les lampes des divers enregistrements. Nous avons déterminé avec soin les parallaxes des courbes.

---

[1] Séance du 7 mai 1926.

Pour donner une idée de l'importance des 4 grandes perturbations de cette année, nous résumons, dans le tableau ci-après, les amplitudes des variations obtenues, c'est-à-dire les différences entre les valeurs maxima enregistrées de part et d'autre de la valeur moyenne de ces mêmes jours; en même temps nous reproduisons les amplitudes de la grande perturbation électromagnétique du 11 août 1919, l'une des plus fortes enregistrées depuis la fondation de l'Observatoire, en 1905 :

	1919.	1926.			
	11 août.	26-27 janvier.	23-24 février.	5-6 mars.	14-17 avril.
D.......	46′	32′	23,4	31′	44,9
H.......	212 γ	311 γ	273 γ	200 γ	263 γ
Z.......	118 γ	167 γ	170 γ	106 γ	164 γ
N.-S....	589 mv/km (1)	758 mv/km	428 mv/km	453 mv/km	543 mv/km
W-E....	—	103 »	32 »	20,4 »	26,9 »

On voit donc que la plus forte de 1926 a été celle de janvier; puis viennent celles d'avril, de février et de mars. L'amplitude de la déclinaison magnétique, pendant la perturbation d'avril, est tout à fait remarquable : elle égale presque celle du 11 août 1919.

On attribue les perturbations électromagnétiques de la Terre au Soleil, surtout aux taches.

Voici leur étendue et celle des flocculi de calcium, en millionièmes d'hémisphère visible, d'après les enregistrements du même Observatoire pendant les journées des perturbations électromagnétiques mentionnées :

	1919.	1926.			
	11 août.	26-27 janvier.	23-24 février.	5-6 mars.	14-17 avril.
Taches....	1.232	4.969	1.034	3.257	800
Flocculi...	6.120	42.170	42.770	23.010	15.000

On voit que la plus grande extension des taches correspond à la perturbation de janvier, précisément la plus forte. Néanmoins, celle d'avril a été aussi très forte, tandis que les taches furent peu nombreuses et peu étendues. Ainsi se trouve confirmée l'idée de M. Bauer (2) qu'il ne faut point comparer l'activité solaire avec l'activité électromagnétique de la Terre jour par jour, mais année par année.

---

(1) Le symbole mv/km signifie millivolts par kilomètre.

(2) *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, Baltimore (U.-S.-A.), décembre 1925, p. 191.

BOTANIQUE. — *Nouvelles expériences sur le rapport vasculaire entre la feuille et la racine.* Note de M. **André Dauphiné**, présentée par M. Molliard.

J'ai montré dans une Note précédente [1] que si l'on supprimait dans des embryons une ou plusieurs ébauches foliaires épicotylées les racines des plantules provenant du développement de ces embryons présentaient, dans la différenciation secondaire de leur appareil vasculaire, des déficiences correspondant aux feuilles supprimées.

Dans ces conditions, on pouvait se demander si la structure primaire était susceptible des mêmes variations et, notamment, si elle pouvait être influencée par la suppression des parties aériennes initiales, c'est-à-dire des premières feuilles ou cotylédons et de leurs bases ou hypocotyle.

En employant la méthode décrite par Molliard [2], cultures pures sur Knop au $\frac{1}{5}$ additionné de 2 pour 100 de glucose, j'ai obtenu la croissance de radicules séparées de l'embryon chez le Lupin blanc, la Courge et le Ricin; au bout de 40 jours les racines avaient atteint une longueur de 15 à 22^{mm} et avaient parfois émis des radicelles.

Dans toutes ces racines les vaisseaux d'origine primaire se sont normalement différenciés suivant toutes les phases de l'évolution vasculaire. Dans les racines de Lupin et, à un degré moindre, dans celles de Courge il s'est produit un méristème secondaire dont les cellules se sont lignifiées, mais sans former de véritables vaisseaux : elles se sont différenciées en éléments de petit calibre, fermés à leurs extrémités, à membranes réticulées, semblables au conjonctif ligneux qui entoure les vaisseaux dans les racines normales.

Une série d'expériences de contrôle a été réalisée avec des embryons de Lupin chez lesquels j'avais supprimé un cotylédon et la moitié longitudinale de l'hypocotyle qui lui correspondait, c'est-à-dire une phylle entière, tout en laissant la radicule et la gemmule intactes, de telle sorte qu'une moitié de la radicule restait sur le prolongement d'une phylle normale, l'autre moitié ne correspondant à rien. Ces embryons ont donné des plantules se développant presque aussi rapidement que des plantules entières dont certaines se sont accrues pendant 2 mois.

---

[1] A. Dauphiné, *Démonstration expérimentale du rapport vasculaire entre la feuille et la racine* (*Comptes rendus*, 181, 1925, p. 1159).

[2] M. Molliard, *Sur le développement des plantules fragmentées* (*Comptes rendus Soc. de Biologie*, 84, 1921, p. 770).

Comme dans les radicules isolées, les vaisseaux primaires se sont différenciés normalement, sans que l'on puisse constater de différence appréciable entre les deux côtés de la racine, et il s'est formé un méristème secondaire à peu près régulier; mais ce méristème se différencie rapidement, du côté normal, en vaisseaux nombreux entremêlés de conjonctif ligneux tandis qu'il reste longtemps indifférencié du côté de la racine qui correspond à la phylle qui a été supprimée. Ultérieurement, il se lignifie mais en formant seulement du conjonctif ligneux.

On peut conclure de ces expériences :

1° Que les vaisseaux d'origine primaire, dont la plus grande partie constitue les phases primitives de l'évolution vasculaire, peuvent se différencier dans une racine séparée dès l'embryon des parties feuillées de la plante ;

2° Que la différenciation des vaisseaux secondaires est sous la dépendance de ces parties feuillées.

Or, chez les Phanérogames actuelles, la racine est la partie de la plante qui a le mieux conservé les phases primitives de l'évolution vasculaire; il est intéressant de constater que l'existence de ces phases se montre indépendante du développement des autres parties de la plante; il y aurait donc là un caractère profondément acquis par la racine, tandis que la différenciation des éléments secondaires, qui constitue une phase tardive de l'évolution, se montre au contraire sous la dépendance du développement général de la plante.

BOTANIQUE. — *Un nouveau genre, intermédiaire entre les Malvacées, les Bombacacées et les Sterculiacées.* Note de M. **B. P. G. Hochreutiner**, présentée par M. H. Lecomte.

Parmi les plantes recueillies à Madagascar par M. le Docteur Humbert, chef de travaux à la Faculté des Sciences d'Alger, il en est une qui constitue un nouveau genre et que nous avons nommée *Humbertiella*. Ses caractères montrent que c'est une forme intermédiaire entre trois familles différentes et, à ce titre, elle présente un intérêt spécial.

Humbertiella, genre nouveau. — Bractées involucrales 5, petites. Calice à préfloraison valvaire, pourvu à l'intérieur d'une aire nectarifère subcirculaire. Corolle petite, ne dépassant pas le calice, un peu soudée avec la base de la colonne staminale. Colonne staminale très longue, dépassant la fleur et portant au sommet 5 petites dents et au-dessous, 10 anthères sessiles (disposition rappelant les fleurs mâles de

Cola); grains de pollen couverts de pointes. Ovaire supère à 4 loges uniovulées; style très long, ramifié au sommet, avec stigmates capités.

Cette plante se rattache à la famille des Malvacées à cause de ses 5 bractées involucrales, de son pollen hérissé de pointes, de ses stigmates capités et de sa carolle très mince, très délicate, soudée avec la base d'une colonne staminale fort longue et caduque. Le calice a une préfloraison valvaire et il est pourvu à l'intérieur d'une aire nectarifère entourant l'insertion de la corolle; ces deux derniers caractères se trouvent chez les Malvacées, mais on les rencontre aussi chez les Sterculiacées et chez les Bombacacées.

Enfin le nombre des carpelles est de 4 et cela est moins commun chez les Malvacées que chez les familles voisines. En effet, parmi les Malvacées, les seuls genres qui aient constamment moins de 5 carpelles sont les suivants : *Howittia* F. v. M., *Kydia* Roxb., *Dicellostyles* Benth., *Julostyles* Thw., *Cienfuegosia* Cav., *Ingenhousia* Moç. et Sess., *Helicteropsis* Hochr., c'est-à-dire des genres plus ou moins aberrants. Une réduction du nombre des carpelles est plus fréquente chez les Sterculiacées et particulièrement chez les *Dombeya* auxquels on pourrait comparer notre nouveau genre.

En revanche, on n'a jamais signalé chez les Malvacées la présence de 10 étamines groupées en cercle au sommet du tube staminal, et dont les anthères sont sessiles, c'est-à-dire soudées au tube par toute leur surface dorsale.

Les seuls genres qui présentent un caractère de cette nature sont des Bombacacées : Ce sont les *Chorisia* qui ont des fleurs très grandes, présentant une structure bien différente de celle des *Humbertiella*, avec des staminodes à la base du tube staminal, un style renflé, entier au sommet et 5 carpelles multiovulés. Ce sont ensuite les *Quararibæa* qui ont des fleurs plus petites, mais portant au moins 20 anthères sessiles, groupées sans ordre au sommet du tube; ces fleurs ont en outre 2 carpelles biovulés.

Notre genre, au contraire, a des fleurs isolées, très petites (le calice et la corolle n'atteignent pas 1^{cm}), et les 10 anthères sessiles forment un cercle parfait autour de l'orifice du tube qui a 5 petites dents tout à fait semblables à celles de la plupart des Malvacées. De plus les 4 carpelles contiennent chacun un seul ovule.

Parmi les Sterculiacées, seuls les *Dombeya* présentent des analogies avec notre genre, mais celles-ci sont frappantes. Nous pouvons citer, par exemple, le *D. cannabina* de Baillon et notre *D. macropoda* qui ont

10-15 étamines au bout d'un tube staminal extrêmement allongé; si l'on imaginait là, que les anthères deviennent sessiles et appliquées au tube, elles formeraient alors un cercle, comme celui des *Humbertiella*. Les anthères des *Humbertiella*, en effet, ressemblent beaucoup plus, comme forme, à celles des *Dombeya* qu'à celles des Malvacées, parce qu'elles paraissent porter deux sacs polliniques séparés ([1]). Il est vrai que les espèces précitées de *Dombeya* ont 5 carpelles, mais on sait combien ce caractère est sujet à variations dans le genre, puisque Planchon l'a déjà signalé dans sa première tentative de classement en sections ([2]).

En revanche, les pétales coriaces, persistants, si caractéristiques des *Dombeya* ne se retrouvent pas chez la plante de Humbert; de plus, nous ne connaissons dans ce genre aucune espèce à loges uniséminées, ni aucune espèce à fleurs isolées..., sauf quelques espèces exceptionnelles de la section *Trochetiantha* ([3]) dont les fleurs énormes ont jusqu'à 7^{cm} de diamètre.

Parmi les Malvacées, nous pouvons comparer les *Humbertiella* aux deux seuls genres, *Perrierophytum* et *Helicteropsis* ([4]) qui ont tous deux des fleurs relativement petites, à corolle réduite, à tube staminal long et proéminent, et à loges uniovulées. Le premier a 5 carpelles et le second 4. En revanche, ils ont tous deux des anthères nombreuses, nettement uniloculaires, portées par des filets plus ou moins longs et formant un mouchet terminal. N'était l'existence de ces deux genres, qui établissent la liaison avec les Malvacées, et que nous avons décrits aussi d'après des plantes malgaches, il eût été bien difficile de rattacher le genre *Humbertiella* à cette famille.

Quoi qu'il en soit, on peut cependant affirmer que ce végétal est intermédiaire entre les Malvacées, les Bombacacées et les Sterculiacées.

Ce fait vient à l'appui de la manière de voir de H. Baillon, qui réunissait en une seule les trois familles, en y adjoignant même celle des Tiliacées.

([1]) Nous disons : paraissent, parce qu'il est bien difficile de décider, d'après les étamines âgées que nous avons pu examiner, si les deux sacs en question sont tout à fait séparés ou bien s'ils sont un peu confluents.

([2]) Planchon, *Flore des serres et des jardins*, 1re série, 6, 1850-51, p. 225.

([3]) Baillon, *Bulletin Soc. Linn. Paris*, 1, 1885, p. 483.

([4]) Hochreutiner, *Trois genres nouveaux de Madagascar* (*Annuaire du Conserv. et jard. bot. Genève*, ann. XVIII, 1915, p. 229; *Encore un genre nouveau de Malvacées* (*Candolle*, 2, Genève, 1925, p. 155).

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la production de fleurs doubles à la suite d'hybridations complexes entre espèces divergentes de Benoites (Rosacées).* Note de M. L. **Blaringhem**, présentée par M. L. Guignard.

L'hybride nouveau [(*Geum urbanum* L. × *rivale* L.) × *G. montanum* L.], que je dénomme × *Geum polypetalum*, a fleuri pour la première fois, fin avril 1926 au Laboratoire de Physique végétale de Bellevue (Seine-et-Oise) et n'a donné que de grandes fleurs jaunes, semi-doubles, à étamines stériles, mais à ovaires partiellement fertiles. L'histoire de cette plante, dont je possède les ascendants suivis en lignées autofécondées, fournit des documents précieux sur l'origine de la duplicature des fleurs chez les Rosacés.

Le point de départ est une lignée hybride *Geum urbanum* × *rivale* stable, contrôlée durant 4 générations, à pollen partiellement avorté (25 pour 100), autoféconde et dont quelques individus présentent chaque année une légère tendance à la pétalisation des étamines; j'ai décrit en 1920 [1] les particularités de cet hybride, issu d'un de mes croisements de 1908. Le 10 mai 1924, je castrai 4 boutons d'une même plante et le 16 mai déposai sur les stigmates à point le pollen d'un pied de *Geum montanum* L. transplanté à Bellevue, en juillet 1923, de Val d'Isère (Savoie), où je l'avais récolté à l'état sauvage. Les 4 fleurs nouèrent, donnèrent peu (20) d'akènes gonflés, moins du sixième, eux-mêmes peu féconds puisque le semis en février 1925 ne fournit que trois plantes actuellement vigoureuses. Deux ont fleuri et n'ont donné que des fleurs doubles dont je résume les principaux caractères :

Fleurs très grosses (diamètre 45^{mm}) en grappes pauciflores basses (30-35^{cm}), d'un jaune franc sans trace de rose, à large calice étalé formé de sépales ovales aigus et de petites stipelles (type *intermedium*) sur lequel se disposent en spirale régulière 15 à 17 pétales imbriqués à courts onglets, formant couronne autour de 20 à 30 étamines à filets jaunâtres terminés par les anthères jaunes, puis brunes, ne s'ouvrant pas; au centre, 20-30 carpelles sessiles, velus blanchâtres, terminés par de longs styles soyeux filiformes, articulés à la moitié de leur longueur (type *montanum*). Au cours de l'épanouissement, les boutons d'abord penchés se redressent, les pétales se disposent dans un plan sur lequel s'appliquent lentement et régulièrement les étamines à anthères petites et sèches; la fleur à axe horizontal ou incliné de 45° sur l'horizon reste épanouie durant trois semaines et les carpelles jeunes restent groupés en houppe comme s'il y avait un arrêt de croissance. Dans les rares cas où les carpelles furent fécondés, le style s'est allongé; l'articulation se trouvant reportée aux deux tiers et le style raide, épaissi, fut rejeté contre la couronne étalée des étamines.

---

[1] L. Blaringhem, *Stabilité et fertilité de l'hybride*, Geum urbanum *L.* × rivale *L.* (*Comptes rendus*, 170, 1920, p. 1284).

J'insiste spécialement sur trois particularités :

1° D'abord sur *l'obtention d'un hybride entre trois espèces* classées dans trois sections *divergentes du genre Geum* : caryophyllata Seringe (*rivale*), caryophyllastrum Ser. (*urbanum*) et Sieversia Willd (*montanum*). Dans cette triple combinaison, la teinte rougeâtre des pédoncules et des sépales laisse seule deviner l'influence *rivale*, les fortes stipules à dents aiguës l'influence *urbanum*; les caractères *montanum* l'emportent pour la forme et le coloris des feuilles de la rosette, des pétales, des étamines et des carpelles. Mon expérience confirme l'hypothèse émise par divers systématiciens qui ont rapporté à l'origine hybride *montanum + rivale* diverses formes sauvages : *Geum inclinatum* Schleich. (1815), *G. Sudeticum* Tausch (1824), *G. Tirolense* Kerner (1867), *G. Billietii* Gillot (1899); au point de vue végétatif, ma plante se rattache à *G. Sudeticum* A. et G. Syn. VI, 889 (1904). Pour aucun de ces hybrides, il n'est question de duplicature des fleurs.

2° *Sur la stérilité relative de l'hybride complexe. Geum montanum* est tout à fait fertile et supporte l'autofécondation; la mère *G. intermedium* est tout à fait fertile pour ses carpelles et son pollen n'est avorté que dans la proportion du quart. Or, toutes les anthères de toutes les fleurs de mon hybride triple se sont desséchées avant d'avoir atteint le tiers du volume des anthères des parents. Toutes les fleurs non isolées sont restées stériles quant aux ovaires malgré la visite d'insectes et le voisinage de nombreuses espèces de Benoites; l'application artificielle des pollens des parents *urbanun*, *rivale* et *intermedium* n'a fait nouer aucun ovaire; seul le pollen *G. montanum* m'a fourni 8 akènes pour six fleurs, soit 200 carpelles à point. Les conditions de croissance des akènes fécondés montrent que l'avortement est corrélatif du maintien de l'état infantile des organes femelles.

3° *La duplicature des fleurs* est due à l'influence maternelle *Geum intermedium*; aucune indication de duplicature n'est montrée par *Geum montanum* dont les plus grosses fleurs donnent 6, 7 pétales dans un plan. Mais la tendance acquise par l'hybride *intermedium* et chez lui peu accusée (axes grêles ramifiés, étamines et carpelles fertiles) se trouve renforcée par l'organisation végétative dominante de *G. montanum*; les axes épais, courts, peu ramifiés, les larges plateaux des calices, la juvénilité et l'avortement précoce des organes sexuels internes ont favorisé l'accentuation du caractère et fourni les fleurs semi doubles. Or ce sont les caractères mêmes de la duplicature des fleurs des Rosiers, dont l'origine est inconnue. L'expérience réalisée avec les Benoites en donne une explication logique : les Rosiers à fleurs doubles sont des hybrides complexes, à caractères nouveaux et héréditaires.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir antirachitique de la lumière de Wood.* Note de MM. **G. Mouriquand**, **M. Bernheim** et Mlle **Theobalt**, présentée par M. Widal.

Le pouvoir antirachitique des rayons ultraviolets est un fait bien établi. Nous nous sommes demandé s'il n'était pas possible de dissocier, dans le spectre de l'ultraviolet, les rayons protecteurs de ceux qui restaient sans action sur le développement du rachitisme expérimental.

Des rats blancs furent mis en expérience, une semaine après le sevrage (ils pesaient 30g environ) et soumis à un régime déficient en phosphore, le régime n° 85 des auteurs américains qui, du fait de l'addition de beurre, a sur le régime n° 84 l'avantage de permettre une croissance normale.

Ces animaux, placés à l'abri de la lumière, étaient divisés en trois lots. Ceux de la première catégorie n'étaient l'objet d'aucun traitement ultérieur. A ceux du deuxième groupe, on faisait chaque jour des irradiations ultraviolettes (5 minutes par jour) [1]. Ceux du troisième lot étaient placés, chaque jour également, 5 minutes sous la lampe de quartz à vapeur de mercure, mais avec interposition de l'écran de Wood.

Au cinquantième jour de l'expérience, chez les animaux non irradiés on notait des altérations rachitiques, vérifiées par les clichés radiographiques et l'examen histologique. Chez les animaux soumis à l'irradiation ultraviolette totale, le rachitisme ne se développait pas.

Par contre la lumière de Wood ne semblait pas posséder la même action protectrice puisque les rats du troisième lot montraient les mêmes modifications épiphysaires que celles des animaux non irradiés.

Mais ce résultat devait être infirmé par une nouvelle série d'expériences.

M. Nogier a, par la spectrographie, identifié les radiations ultraviolettes que laisse passer notre écran de Wood; nous avons alors appris que, pour nous mettre dans des conditions expérimentales identiques, il nous fallait laisser les animaux dix-huit fois plus longtemps sous la lumière de Wood que sous la lumière ultraviolette non filtrée par l'écran.

Nous avons réalisé ces conditions dans une seconde expérience. Deux lots de rats au régime rachitigène furent soumis, les premiers, aux rayons

---

[1] Brûleur Gallois à lampe de quartz 1500 bougies, 110 volts à distance de 57cm.

ultraviolets sans interposition de l'écran de Wood (5 minutes par jour); les seconds à la lumière de Wood (90 minutes par jour). Aucun d'entre eux ne présenta de signes de rachitisme.

On peut donc conclure que parmi les rayons de l'ultraviolet ceux qui répondent aux radiations de Wood (c'est-à-dire aux radiations voisines de 3650 angströms) possèdent une action protectrice sur le développement du rachitisme expérimental.

ZOOLOGIE. — *Présence de deux oiseaux de mer dans l'estomac d'une Baudroie.* Note [1] de M. R. Legendre, présentée par M. J.-L. Breton.

J'ai déjà signalé [2] l'abondance croissante en ces dernières années, des bancs de Langoustines sur les fonds vaseux qui bordent, à une centaine de mètres de profondeur, les côtes de l'Atlantique, au sud de la Bretagne et de l'embouchure de la Loire. Leur pêche occupe maintenant, pendant une grande partie de l'année, de très nombreux voiliers qui ramènent dans leurs chaluts des spécimens variés de la faune de cette zone. On y trouve fréquemment des Baudroies (*Lophius piscatorius* L.) de toutes tailles depuis 10^{cm}.

Un de ces poissons, de près de 1^{m} de long, fut ainsi rapporté le 26 mai dernier à la criée de Concarneau et, selon l'usage, coupé transversalement afin qu'on n'ait à expédier que la partie postérieure. En sectionnant l'estomac, on y trouva deux oiseaux de mer qui furent remis au Laboratoire maritime du Collège de France. L'un d'eux était un jeune Macareux moine [*Fratercula arctica* (L.)] de 27^{cm} de longueur totale, l'autre un Guillemot à capuchon [*Uria troille* (L.)] adulte de 44^{cm}. Tous deux étaient en parfait état de fraîcheur : peau ferme, plumes solidement implantées, organes et musculature non altérés, indiquant une déglutition toute récente; seuls les yeux étaient déjà en partie fondus. Le Guillemot portait une blessure saignante au cou; des Nématodes vivants logeaient dans son œsophage et son cloaque.

La présence de poissons dans le tube digestif des oiseaux de mer est un fait d'observation banale sur toutes les côtes et l'on s'est même préoccupé maintes fois (notamment Mc Intosh) des ravages faits dans les bancs de

---

(1) Séance du 7 juin 1926.

(2) *Association française pour l'avancement des Sciences*, 48e session, Liége, 1924, p. 987.

poissons par de nombreuses espèces, particulièrement les Guillemots qu'on a accusés d'être une cause de dépeuplement de la mer. La présence d'oiseaux dans l'estomac de poissons est par contre une rareté dont la constatation pose plusieurs problèmes qui méritent, je crois d'être indiqués.

Tout d'abord, il faut écarter l'hypothèse que la Baudroie en question a englouti des proies déjà mortes. Elle est un habitant du fond et les oiseaux tués ne coulent pas immédiatement, si bien que la rencontre eût été impossible. L'état de fraîcheur des proies oblige à admettre qu'elles ont été ingérées vivantes. On connaît le mode de pêche de la Baudroie, à l'affût, sur le fond, au moyen du long filament à extrémité foliacée que forme le premier rayon de sa nageoire dorsale. On sait aussi sa voracité, et il n'est d'ailleurs pas rare de trouver des Baudroies ayant avalé des Langoustines entières. A moins donc que, par hasard, les oiseaux aient été pris dans le chalut pendant sa remontée, puis mangés par la Baudroie une fois le contenu de la poche du filet arrivé sur le pont du bateau, il faut admettre que les deux oiseaux étaient venus près du fond, vers 80 à 100^{m}, à portée de la vaste gueule, peut-être attirés par le filament pêcheur qui la surmonte. Dans ce cas, ce serait une indication de la grande profondeur à laquelle peuvent plonger les Macareux et les Guillemots. Je ne connais pas de données précises sur ce point.

En outre cette observation sera à retenir par les parasitologues, si constamment embarrassés par les divers stades larvaires qu'ils rencontrent dans les animaux marins; un stade observé chez un oiseau pourrait ainsi continuer son développement dans un poisson.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur l'action quantitative de l'hormone folliculaire.* Note de M. **R. Courrier**, présentée par M. Widal.

L'étude des hormones morphogènes d'origine génitale conduisit quelques auteurs et surtout Pézard à énoncer des lois d'action des sécrétions internes.

Certaines de ces lois sont quantitatives; nous laisserons de côté les discussions qu'elles ont fait naître et nous ferons simplement remarquer que les données numériques dont il s'agit ne s'appliquent qu'au support anatomique et ne renseignent nullement sur la quantité d'hormone, l'activité cellulaire étant variable.

Mais si nous nous adressons à la femelle des Mammifères, nous avons à notre disposition un moyen très simple nous permettant d'entreprendre des recherches précises sur l'action quantitative d'une hormone ovarienne, du fait que cette hormone se trouve dans une humeur organique : le liquide folliculaire.

Les recherches d'Allen et Doisy et les nôtres ont mis en évidence que ce liquide possède un pouvoir endocrinien remarquable. Injecté à une femelle castrée, il déclanche en quelques heures les diverses manifestations du rut. Nous avons montré que l'une de ces manifestations se prête aisément à l'analyse; c'est la réaction de l'épithélium vaginal chez le Cobaye. Cet épithélium, qui est unistratifié chez l'animal castré, devient pluristratifié sous l'influence du liquide folliculaire.

Nous pouvons donc d'une part nous rendre compte de la quantité d'hormone par la quantité de liquide injecté, et d'autre part évaluer la grandeur de la réaction par le nombre des assises épithéliales du vagin. Mais le facteur temps intervient dans cette réaction, car l'hormone injectée à un castrat s'épuise; après une certaine période d'activité, les mitoses épithéliales du vagin cessent de se produire et il y a invasion leucocytaire.

Ces faits étant connus, nous avons entrepris l'étude de l'action quantitative de l'hormone folliculaire.

Nous dirons tout d'abord que si l'on injecte à un Cobaye castré 2^{cm^3} de liquide prélevé au niveau de follicules mûrs de Truie, on constate que la réaction vaginale se poursuit encore 48 heures après l'injection; elle est décelée par la présence de mitoses épithéliales et par l'absence de leucocytes.

Nous avons alors réalisé l'expérience suivante :

On choisit des Cobayes femelles, de même âge, de même poids et castrés depuis la même époque. On injecte à chacun d'eux une quantité variable du même liquide folliculaire; soit 2, 6, 8, 12, 18^{cm^3}. On sacrifie les animaux 46 heures après l'injection; l'examen histologique révèle que l'épithélium vaginal a réagi et qu'il est encore en activité mitotique. Mais bien que les Cobayes aient reçu des doses très différentes de liquide folliculaire, leur réaction vaginale est identique. Si l'on fait abstraction de quelques différences individuelles (2 animaux ayant reçu une quantité égale du même liquide montrent parfois des réactions inégales), on se rend compte qu'il n'existe aucun rapport entre l'intensité de la prolifération épithéliale et les quantités variables d'hormone mises en œuvre dans des temps égaux. On peut donc affirmer que, dans les limites de ces expériences, *la quantité*

d'hormone n'a pas eu d'influence sur la vitesse de la réaction. Cette réaction est représentée par un processus mitotique au niveau de l'épithélium vaginal. Il est intéressant de noter que certains agents augmentent la vitesse de la division cellulaire; l'hormone folliculaire déclanche la mitose, mais ne la précipite pas.

MATIÈRE MÉDICALE. — *Le* Yocco, *nouvelle drogue simple à caféine*. Note de MM. **Em. Perrot** et **Al. Rouhier**, présentée par M. L. Guignard.

On connaît seulement un petit nombre de végétaux dans lesquels on a pu isoler la caféine, qui s'y trouve répartie, tantôt dans les feuilles (*thé*, *maté*, *café*), tantôt dans les fruits et graines (*café*, *paullinia*, *cola*, *cacao*). Les parties riches en caféine sont utilisées comme aliments de luxe ou comme médicaments et produisent une excitation euphorique recherchée.

Jusqu'alors aucune écorce n'était connue qui puisse être rangée dans ce groupe, bien que les analyses chimiques aient montré que la caféine existe à très faible dose dans les jeunes tiges du *Coffea arabica* L., du *Coffea liberica* Hiern. et aussi les ramilles qui accompagnent les feuilles du maté commercial.

Réunissant, depuis plusieurs années, des matériaux d'études sur les drogues et préparations euphoriques ou sensorielles des indigènes de l'Amérique centrale et équatoriale, notre attention a été retenue par l'une d'elles dont il a été facile d'extraire une substance cristallisable présentant certaines réactions des alcaloïdes.

Il s'agit de l'écorce de tige d'une plante connue sous le nom de *Yocco* dans les districts méridionaux de la Colombie, en particulier dans les régions sauvages du Putumayo et du Caqueta.

Cette drogue n'est connue que par quelques renseignements dus au Dr Zerda Bayon, qui voyagea dans ces régions en 1905, et plus récemment par les notes de M. Fernand Claès, recueillies au cours de son exploration chez les Indiens Corroguajes, dans le Caqueta, en 1925.

Assez abondant à l'état spontané dans les forêts, le *Yocco* est cultivé par les indigènes, qui en ont toujours une provision dans leur case ou dans leur canot. Ils lui attribuent en effet la vertu d'éviter la fatigue, la faim et les maladies, de procurer l'agilité et l'endurance nécessaires pour la chasse, pour les longues expéditions en canot ou pour les courses en montagne.

L'absorption de la drogue se fait ainsi : l'écorce est raclée pour enlever

le liège mince mais verruqueux; puis, ainsi nettoyée, elle est divisée en menus fragments qu'on fait macérer dans l'eau pour être consommée chaque matin au réveil, à une dose maximum correspondant à 5g d'écorce.

Les échantillons de *Yocco* reçus au laboratoire proviennent les uns du Consul de France à Quito, les autres de M. Claès, ce qui nous a permis un contrôle. Ce sont des tiges d'un diamètre moyen de 4cm, à surface gris brunâtre parsemée de petites éminences verruqueuses; l'écorce est mince et mesure au plus 0cm,5 d'épaisseur; le bois, épais, est assez compact et la moelle très réduite.

Au microscope, on trouve de volumineux laticifères et de nombreux cristaux prismatiques d'oxalate de calcium.

L'examen chimique permettant d'en retirer aisément un corps cristallisable, précipitant en milieu acide par les réactifs généraux des alcaloïdes, nous avons cherché à l'identifier dans les extraits obtenus par divers solvants. L'analyse a fourni les résultats suivants :

	Pour 100.
Humidité par dessiccation à 100°	12,31
Cendres	6,10
Extrait à froid avec 5 pour 100 d'alcool à 70°	3,46 et 3,81
Extrait à chaud par l'alcool à 70°	6,40
Extrait par l'eau bouillante	10,82

La teneur en principe cristallisé varie suivant le mode d'extraction et les nombres obtenus sont : 1,18 et 1,33 dans les teintures au $\frac{1}{5}$ avec l'alcool à 70°; 2,30 dans l'extrait alcoolique préparé à chaud; 2,08 dans l'eau bouillante; le maximum 2,73 pour 100 est atteint lorsque l'épuisement est effectué à l'aide d'eau acidulée (2 pour 100 d'acide chlorhydrique).

La substance obtenue cristallise facilement dans l'eau distillée, dans le chloroforme, en donnant des aiguilles fines, soyeuses, translucides, groupées en faisceaux ou en houppes. Elle présente les caractères et les réactions de la caféine :

Point de fusion (après dessiccation à 100°	+232°
Point de fusion (caféine anhydre)	+234°
Perte en eau à 100°	7/100

volatile sans résidu se sublime nettement à partir de 177°-180° ; inactive sur la lumière polarisée.

Très soluble dans le chloroforme et l'eau chaude; soluble dans 70 parties d'eau à + 20°; plus soluble dans l'eau acidulée; peu soluble dans l'alcool.

Elle donne la réaction de la tétraméthylalloxanthine; précipite en bleu par le ferricyanure de K, en présence d'acide azotique; précipite en solution aqueuse par l'acide

silicotungstique ou le tanin et donne un précipité blanc abondant, composé de fines aiguilles cristallines par la solution aqueuse saturée de bichlorure de mercure.

Deux microdosages d'azote (méthode de Kjeldahl modifiée) ont donné respectivement 26,1 et 26,3 pour 100 (quantité théorique pour $C^8H^{10}N^4O^2 + H^2O = 26,415$).

Il semble donc bien que l'on se trouve en face d'une nouvelle drogue à caféine qui doit prendre place à côté du café, du thé, du maté, du guarana, de la kola, et ainsi se trouve justifié l'emploi comme excitant euphorique qu'en font les vieilles races indigènes d'une partie de la Colombie.

A 16^h, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place de membre non résidant, vacante par la mort de M. *Gouy*, présente, par l'organe de M. le Président, la liste suivante :

En première ligne . . . . M. **Pierre Weiss**.

En seconde ligne, ex æquo, par ordre alphabétique. . . . . MM. **Lucien Cuénot**, **Emile Mathias**, **Charles Nicolle**, **Magnus de Sparre**, **Henri Villat**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à $17^h 45^m$.

A. Lx.